

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
03. September 2020 (03.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/174080 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B01J 19/00 (2006.01) *G01N 35/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/055251
- (22) Internationales Anmeldedatum:
28. Februar 2020 (28.02.2020)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
19159937.2 28. Februar 2019 (28.02.2019) EP
- (71) Anmelder: **HTE GMBH THE HIGH THROUGHPUT EXPERIMENTATION COMPANY** [DE/DE]; Kurpfalzring 104, 69123 Heidelberg (DE).
- (72) Erfinder: **DEJMEK, Michael**; Kurpfalzring 104, 69123 Heidelberg (DE). **WELTER, Peter**; Carl-Bosch-Straße 38, 67056 Ludwigshafen (DE). **SCHEMAINDA, Christoph**; Kurpfalzring 104, 69123 Heidelberg (DE). **STAEHLER, Martin**; Kurpfalzring 104, 69123 Heidelberg (DE). **MU-**

ELLER, Andreas; Kurpfalzring 104, 69123 Heidelberg (DE).

(74) **Anwalt: MAIWALD PATENTANWALTS- UND RECHTSANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Dr. Alexander Schmitz, Postfach 33 05 23, 80065 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) **Title:** AUTOMATION OF LABORATORY PROCESSES BY MEANS OF A LABORATORY-PROCESS SUPPORT DEVICE

(54) **Bezeichnung:** AUTOMATISIERUNG VON LABORPROZESSEN DURCH EINE LABORPROZESSUNTERSTÜTZUNGSVORRICHTUNG

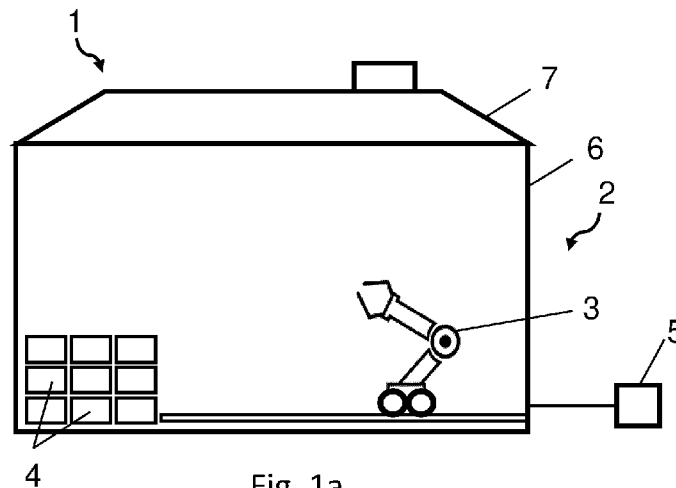


Fig. 1a

(57) **Abstract:** The invention relates to a laboratory-process support device (2). The laboratory-process support device (2) comprises a handling system (3) and a central control unit (5). The handling system (3) is configured to serve a laboratory installation (4, 4a-4g). The handling system (3) is furthermore configured to handle a reactant (12), an intermediate, a product (13) and/or a reactor for a chemical process of the laboratory process. The central control unit (5) is configured to plan a laboratory process and to appropriately control the handling system (3).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2). Die Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) weist ein Handhabungssystem (3) und eine zentrale Steuereinheit (5) auf. Das Handhabungssystem (3) ist dazu eingerichtet, eine Laboreinrichtung (4, 4a-4g) zu bedienen. Das Handhabungssystem (3) ist ferner dazu eingerichtet, ein Edukt (12), ein Zwischenprodukt, ein Produkt (13) und/oder einen Reaktor für einen chemischen Prozess des Laborprozesses handzuhaben. Die zentrale Steuereinheit (5) ist dazu eingerichtet, einen Laborprozess zu planen und das Handhabungssystem (3) entsprechend zu steuern.



WO 2020/174080 A1

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*
- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Automatisierung von Laborprozessen durch eine Laborprozessunterstützungsvorrichtung

Hintergrund der Erfindung

- 5 Die Erfindung betrifft eine Laborprozessunterstützungsvorrichtung, ein Laborsystem mit dieser Laborprozessunterstützungsvorrichtung und ein Verfahren zur Durchführung von Laborprozessen mit Hilfe der Laborprozessunterstützungsvorrichtung. Ferner betrifft die Erfindung ein Programmelement und ein computerlesbares Medium.
- 10 In kleineren Labors und Forschungseinrichtungen werden die Versuche oft manuell durch einen Benutzer, z.B. einen Laboranten, durchgeführt. Eine Automatisierung der Laboreinrichtung ist meist nicht darstellbar, da die Laboraufbauten und die Laborprozesse häufig wechseln, sodass eine kosteneffiziente Automatisierung nicht möglich ist. Herkömmliche automatisierte Laborsysteme bestehen aus fest verrohrten Einheiten, welche einen bestimmten Laborprozess
- 15 vollautomatisch durchführen können, jedoch sind diese Systeme nicht flexibel. Die einzelnen Laboreinrichtungen können somit nicht schnell und einfach zu einem neuen Laborprozess zusammengestellt werden. Ferner ist die Steuerung des Laborprozesses meist kompliziert zu programmieren, sodass auch hier eine Automatisierung nicht möglich bzw. nicht betriebswirtschaftlich ist. Somit werden kleine Versuche und Laborprozesse auch heutzutage
- 20 meist weitgehend manuell durchgeführt, da ein Benutzer schneller neue Laborprozesse durchführen kann.
- Im Stand der Technik sind Beispiele zu finden, die sich auf die Automatisierung von Apparaturen und Vorrichtungen in Laboren beziehen, jedoch nicht auf einen Laborprozess an sich beziehen.
- 25 Beispielsweise wird in WO 2007/090665 A1 eine Vorrichtung zur Dosierung von hochviskosen Flüssigkeiten offenbart, die mehrere in einer Halterung angeordnete Dosiermodule und eine Waage umfasst.
- 30 In EP 1 546 735 B1 wird eine Arbeitsstation zur Bereitstellung von Feststoffproben beschrieben.
- In WO 2014/079725 A1 werden eine Apparatur und ein Verfahren zur Herstellung von elektrochemischen Zellen beschrieben.
- 35 In EP 915 341 A2 wird eine Verarbeitungsrobotersystem zur Verarbeitung von Erzeugnissen beschrieben und beansprucht. Das Verarbeitungsrobotersystem ist aus unterschiedlichen Einheiten aufgebaut, die automatisch koppelbar sind. Jede einzelne Einheit ist mit einem Roboter versehen. Mittels des Verarbeitungsrobotersystems kann der Durchsatz gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Systemen gesteigert werden.
- 40 In WO 00/60361 wird ein vollautomatisiertes Analysensystem mit integrierten Messgeräten beschrieben, welches zur Analyse von Biomolekülen verwendet wird. Innerhalb des Systems sind unterschiedliche analytische Methoden von Detektion und Analyse integriert.

In US 2005/0101022 A1 wird eine Apparatur und ein Verfahren zur automatischen und sequentiellen Testung von Katalysatoren beschrieben. Die Apparatur umfasst einen festen Versuchsaufbau mit einer Vielzahl von Reaktoren, die mit Katalysator beladen werden können, sowie einen Reaktionsraum mit einer Reaktionszone. Die mit Katalysator beladenen Reaktoren werden in einer Halterung gelagert und in sequentieller Weise in die Reaktionszone eingesetzt. In der Reaktionszone können die Reaktoren mit Eduktfeed beaufschlagt werden. Darüber hinaus verfügt die Apparatur über ein Produktsammel- und Analysensystem.

Ein modulares Transportsystem wird in WO 2013/149117 A2 beschrieben. Mittels der Transportsystems werden Proben zwischen Modulen transportiert. In die Module sind unterschiedliche Spurabschnitte integriert, die Querspurabschnitte und Unterspurabschnitte bilden. Die Module lassen sich verbinden und durch eine geeignete Verbindung kann eine Umfangspur gebildet werden, die durch eine Vielzahl von Modulen verläuft. Die Proben werden entlang der kontinuierlichen Umlaufbahn und dem einen oder den mehreren Querspurabschnitten transportiert.

Jedoch kann keinem der Stand der Technik Dokumente eine Laborprozessunterstützungsvorrichtung entnommen werden, welche sich flexibel, schnell und einfach an verschiedene Laborprozesse anpassen lässt.

Beschreibung der Erfindung

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Prozessablauf eines Laborprozesses flexibel zu gestalten und weiter zu optimieren, sowie weiter zu automatisieren.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Ausführungsformen und Weiterbildungen sind den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren zu entnehmen.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Laborprozessunterstützungsvorrichtung. Diese Laborprozessunterstützungsvorrichtung weist ein Handhabungssystem und eine zentrale Steuereinheit auf. Das Handhabungssystem ist dazu eingerichtet, eine Laboreinrichtung zu bedienen. Das Handhabungssystem ist ferner dazu eingerichtet, ein Edukt, ein Zwischenprodukt, ein Produkt und/oder einen Reaktor für einen chemischen Prozess des Laborprozesses handzuhaben. Die zentrale Steuereinheit ist dazu eingerichtet, einen Laborprozess zu planen und das Handhabungssystem entsprechend zu steuern, sodass das Handhabungssystem den Laborprozess oder wesentliche Teile davon durchführt.

In einer Ausführungsform der Laborprozessunterstützungsvorrichtung können einzelne Laborprozesse zumindest teilweise automatisiert werden, oder auch vollständig automatisiert werden. Zum Bedienen von Laboreinrichtungen für den Laborprozess kann das Handhabungssystem eingesetzt werden. Der teilweise automatisierte Betrieb oder der vollständig

automatisierte Betrieb eines Laborsystems mittels der Laborprozessunterstützungsvorrichtung bietet auch den Vorteil, dass die Laborprozesse bei geschlossenem Abzug, am Wochenende und/oder nachts durchgeführt werden können und die Anwesenheit des Benutzers ist nicht mehr erforderlich. Somit kann die Laborprozessunterstützungsvorrichtung aufgrund von
5 sicherheitstechnischen Aspekten vorteilhaft sein, da der Benutzer (Laborant) durch den Verschluss eines Laborabzugs vor möglichen Gefahrenquellen geschützt wird. Weiterhin ist auch vorteilhaft, dass es bei geschlossenem Laborabzug möglich ist, Teile des Laborabzugs unter Inertgasatmosphäre zu setzen, um beispielsweise Stoffe zu handhaben, die empfindlich gegenüber Luftsauerstoff sind. Mit anderen Worten können durch die
10 Laborprozessunterstützungsvorrichtung bisher manuell durchgeführte Laborprozesse oder Prozessschritte des Laborprozesses automatisiert werden. Die Laborprozessunterstützungsvorrichtung kann hierfür die zentrale Steuereinheit und das Handhabungssystem aufweisen. Die zentrale Steuereinheit kann den Laborprozess planen und das Handhabungssystem entsprechend steuern, die Prozessschritte des Laborprozesses
15 durchzuführen.

Die hierarchische Anordnung von mehreren Laboreinrichtungen zu einem Laborprozess durch die zentrale Steuereinheit kann den Vorteil bieten, dass diese von der Planung, über die Durchführung bis zu dem Ergebnis alle Daten zentral sammelt und verwaltet. In einer
20 Ausführungsform können die Arbeitsbereiche der Laborabzüge mit Kameras ausgestattet sein, welche den laufenden Laborprozess in visueller Form überwachen und an die zentrale Steuereinheit übertragen.

Bei einem Arbeitsablauf (der auch Workflow genannt wird) kann es sich um mehrere
25 Laborprozesse handeln, die in einem funktionalen, räumlichen und zeitlichen Zusammenhang stehen.

Unter dem Begriff Laborprozess kann ein verfahrenstechnischer Schritt zu verstehen sein, der in Verbindung mit der Synthese oder Analyse und/oder Handhabung von Stoffen einschließlich der
30 Durchführung von mess- und regeltechnischen Prozessen an solchen Stoffen vorgenommen wird. Laborprozesse sind in der Dimensionierung auf Mengen begrenzt, die in einem kleinen Raum durchgeführt werden können. Die Laboreinrichtungen im Sinne dieser Erfindung können Dimension von Tischaufbauten aufweisen. Weiter können sich diese Laboraufbauten auch ohne technischen Aufwand in Laborabzügen aufbauen lassen, welche standardisierte Dimensionen
35 aufweisen.

Die Laborprozessunterstützungsvorrichtung kann durch eine große Flexibilität gekennzeichnet sein. Somit kann die Laborprozessunterstützungsvorrichtung in sehr unterschiedlichen Laborbereichen eingesetzt werden. Ferner kann die Laborprozessunterstützungsvorrichtung
40 adaptiv gestaltet sein und die ausführbaren Laborprozesse können in der zentralen Steuereinheit oder einer Datenbank gespeichert sein. Des Weiteren können bereits durchgeführte Laborprozesse bei der Durchführung von zukünftigen Arbeitsabläufen und Aufträgen berücksichtigt werden, sodass die erneute Durchführung effizienter ablaufen kann.

Beispielsweise kann die Laborprozessunterstützungsvorrichtung auf Dosieralgorithmen trainiert werden, welche wiederum materialspezifisch sein können.

Die Laborprozessunterstützungsvorrichtung kann lernfähig sein und die zentrale Steuereinheit kann Informationen zu den einzelnen Laboreinrichtungen und den Laborprozessen in einer Datenbank hinterlegen. Somit ist die Laborprozessunterstützungsvorrichtung in der Lage eine Wissensdatenbank zu generieren, die für den Benutzer von Laborprozessen von Nutzen sein kann, da der gesammelte Fundus an Informationen ausgetauscht, optimiert und erweitert werden kann.

Es sei angemerkt, dass die zentrale Steuereinheit den Laborprozess mit verschiedenen Laboreinrichtungen planen kann und diese flexibel zu Laborprozessen oder Teilprozessen zusammenstellen kann. Hierbei können die einzelnen Laboreinrichtungen mit einem entsprechende BUS-System miteinander und der zentralen Steuereinheit verbunden sein. Ferner können die Laboreinrichtungen Schnellkupplungen für Medienanschlüsse, z.B. Wasser, Strom oder Gase, vorsehen, sodass diese schnell innerhalb eines Laborsystems installiert werden können.

Gemäß einer Ausführungsform ist das Handhabungssystem ein Handhabungsroboter mit einem Arm. Ferner kann der Arm an seinem Ende einen Manipulator zum Bedienen von einer Laboreinrichtung oder zum Handhaben von Edukten, Zwischenprodukten, Produkten und/oder Reaktoren aufweisen. Dieser Manipulator kann ein Greifer, eine Pipette, ein Spatel, ein Saugheber, ein Löffel, eine künstliche Hand, ein Schraubendreher oder ein Schraubenschlüssel sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die zentrale Steuereinheit dazu eingerichtet, das Handhabungssystem entsprechend des geplanten Laborprozesses zu steuern, eine Abfolge von mehreren Laboreinrichtungen zu bedienen und/oder Edukte, Zwischenprodukte, Produkte und/oder Reaktoren für einen chemischen Prozess des Laborprozesses handzuhaben. Somit können auch komplexere Laborprozesse durch die Laborprozessunterstützungsvorrichtung teil oder vollautomatisch durchgeführt werden.

Gemäß einer Ausführungsform weist das Handhabungssystem einen Sensor auf, welcher dazu eingerichtet ist, Messdaten über das Handhabungssystem und/oder über den Laborprozess zu erheben und an die zentrale Steuereinheit zu übermitteln. Ferner kann das Handhabungssystem eine Transmitterbox für Daten aufweisen, welche durch das Handhabungssystem erhoben werden.

Durch den Sensor direkt an dem Handhabungssystem können zusätzliche Daten und Informationen über den durchgeführten Laborprozess gewonnen werden, welche wiederum in der zentralen Steuereinheit ausgewertet werden können, um den Laborprozess und/oder die Steuerung des Handhabungssystems zu verbessern und zu optimieren. Beispielsweise kann der

Sensor ein Drucksensor, eine Waage, ein Temperatursensor, ein Näherungssensor, eine Kamera oder ein Gyroskop sein.

5 Gemäß einer Ausführungsform ist die Laboreinrichtung aus der Gruppe bestehend aus einer Dosiereinheit, einer Laborwaage, einer Rührvorrichtung, einer Heizvorrichtung, einer Kühlvorrichtung, einem Temperaturmesssensor, einem Drucksensor, einem Füllstandmesssensor, einer Absaugvorrichtung, einem Filtrationsgefäß, einem Reaktionsgefäß, einer Separationseinheit, einer Analytikeinheit, einem Barcode-Scanner, einer Etikettiermaschine, einer Probeentnahmeeinheit und/oder einem Fluidverteiler ausgewählt.

10 Somit kann eine Vielzahl von verschiedenen Laboreinrichtungen in dem Laborprozess verwendet werden. Ferner können diese Laboreinrichtungen durch das Handhabungssystem angeordnet und/oder bedient werden. Es sei angemerkt, dass die zentrale Steuereinheit für jede zur Verfügung stehende Laboreinrichtung Konfigurationsdaten und Parameter gespeichert haben
15 kann, um einen Laborprozess zu planen und das Handhabungssystem entsprechend zu steuern.

Gemäß einer Ausführungsform ist das Handhabungssystem dazu eingerichtet, von einem Menschen eingelernt zu werden, indem der Mensch das Handhabungssystem führt, eine gewünschte Bewegungsabfolge durchzuführen. Die zentrale Steuereinheit ist dazu eingerichtet,
20 diese Bewegungsabfolge zu speichern, um das Handhabungssystem nachfolgend entsprechend der gespeicherten Bewegungsabfolge zu steuern. Typische Bewegungsabläufe können beispielsweise die zeitgesteuerte Bedienung von Ventilen, das Starten von Rührwerksantrieben oder das Betreiben von Pumpen sein.

25 Die Programmierung des Handhabungssystems kann einen erheblichen Teil der Kosten ausmachen, sodass es vorteilhaft ist, wenn die Programmierung schnell und einfach durch ungeschulte Benutzer durchgeführt werden kann. Ferner kann die Programmierung viel Zeit in Anspruch nehmen, sodass die Flexibilität und die Anpassungsfähigkeit des Handhabungssystems nicht gewährleistet ist. Um diesen Umstand zu beheben kann das
30 vorliegende Handhabungssystem direkt durch den Benutzer eingelernt werden. Hierbei kann der Benutzer, z.B. der Laborant, das Handhabungssystem in einen „Teaching“-Modus versetzen und die gewünschte Bewegungsabfolge des Handhabungssystems mit diesem durchführen. Mit anderen Worten kann der Benutzer das Handhabungssystem bei der Hand nehmen und dem Handhabungssystem den gewünschten Bewegungsablauf zeigen, sodass das
35 Handhabungssystem den Laborprozess durchführen kann. Dieser gezeigte Bewegungsablauf kann in der zentralen Steuereinheit bzw. der entsprechenden Datenbank gespeichert werden, sodass die zentrale Steuereinheit das Handhabungssystem zu einem späteren Zeitpunkt entsprechend dieses Bewegungsablaufes steuern kann. In einer weiteren Ausführungsform können kamerabasierte Systeme den Bewegungsablauf eines Benutzers aufnehmen und die
40 zentrale Steuereinheit kann basierend darauf das Handhabungssystem steuern diesen Bewegungsablauf nachzuahmen, z.B. mittels „Motion capturing“.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die zentrale Steuereinheit dazu eingerichtet, einen Auftrag für einen Laborprozess zu empfangen und die zentrale Steuereinheit ist dazu eingerichtet, zu überprüfen, ob der Auftrag mit zur Verfügung stehenden Laboreinrichtungen und dem Handhabungssystem durchführbar ist. Die zentrale Steuereinheit ist ferner dazu
5 eingerichtet, das Ergebnis der Überprüfung an den Auftraggeber zu übermitteln.

Somit kann die zentrale Steuereinheit zunächst einen eingehenden Auftrag für einen Laborprozess auf dessen Machbarkeit mit den zur Verfügung stehenden Laboreinrichtungen überprüfen. Sollte die zentrale Steuereinheit hierbei feststellen, dass nicht der komplette
10 Laborprozess durchführbar ist, kann die zentrale Steuereinheit dies dem Auftraggeber mitteilen, sodass dieser entscheiden kann, ob er eine Teilausführung des Laborprozesses wünscht, oder ob er den Auftrag stornieren möchte.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Laborprozessunterstützungsvorrichtung eine
15 Anzeigeeinheit auf. Diese Anzeigeeinheit ist dazu eingerichtet, einem Menschen Informationen und/oder eine Anleitung über den durchzuführenden Laborprozess anzuzeigen.

Die Anzeigeeinheit kann beispielsweise ein Tablet, Smart Glasses oder ein Beamer sein. Somit kann die zentrale Steuereinheit dem Benutzer Informationen bezüglich des durchzuführenden
20 Laborprozesses anzeigen und den Benutzer somit anleiten bestimmte Laboreinrichtungen auf eine bestimmte Art und Weise anzuordnen und/oder zu bedienen. Ferner kann dem Benutzer angezeigt werden, ob das Handhabungssystem betriebsbereit ist und welche Schritte es ausführen kann. Hierbei können insbesondere „Augmented Reality“ und „Virtual Reality“ zur Anwendung kommen. Ferner kann somit die Kooperation zwischen der
25 Laborprozessunterstützungsvorrichtung und dem Benutzer verbessert werden.

Gemäß einer Ausführungsform ist das Handhabungssystem dazu eingerichtet, selbständig einen Laborprozess innerhalb eines Laborabzugs durchzuführen.

Somit kann ein durch die zentrale Steuereinheit geplanter Laborprozess vollständig automatisiert von der Laborprozessunterstützungsvorrichtung durchgeführt werden. Ein Eingreifen durch einen Benutzer ist hierbei nicht nötig.

Unter einem Laborabzug ist eine Arbeits- beziehungsweise eine Schutzzelle mit einer Absaugung
35 zu verstehen. Beispielsweise enthält der Laborabzug eine oder mehrere Schutzscheiben, welche beweglich sind und die geöffnet oder geschlossen werden können. Beispielsweise wird das Öffnen und Schließen automatisch von der zentralen Steuerungseinheit registriert, beispielsweise wird das Öffnen und Schließen automatisch durch die zentrale Steuerungseinheit vorgenommen. Charakteristisch für die Abmessungen von einem Laborabzug sind die Dimensionen des
40 Arbeitsbereichs beziehungsweise des Nutzungsbereichs, die durch die Maße Breite, Tiefe und Höhe gegeben sind. Beispielsweise weist das Laborsystem einen Laborabzug auf, bei welchem die Maße für den Nutzungsbereich, d.h. die Maße Breite, Tiefe und Höhe, im Bereich 900 – 3000 mm, 700 – 1500 mm und 800 – 1800 mm liegen. Beispielsweise liegen die Maße Breite, Tiefe

und Höhe, im Bereich 1000 – 2200 mm, 800 – 1200 mm und 900 – 1500 mm. Die Saugleistung der Absaugung liegt beispielsweise in einem Bereich von 600 - 2200 m³/h. Die Saugleistung wird auch in minimale und maximale Saugleistung unterteilt, wobei die minimale Saugleistung beispielsweise im Bereich von 600 – 1800 m³/h und die maximale Saugleistung im Bereich von
5 1500 – 2000 m³/h liegen.

Des Weiteren kann es vorteilhaft sein, dass auch die Funktion der Absaugung des Laborabzugs und der Verschluss des Laborabzugs durch die zentrale Steuereinheit gesteuert werden. Die Steuerung der Funktion der Absaugung kann von großer Bedeutung sein, um die Genauigkeit
10 von einzelnen Messgeräten zu kontrollieren. Das Vorhandensein von Luftströmungen innerhalb des Laborabzugs kann beispielsweise die Genauigkeit bei der Gewichtsbestimmung beeinträchtigen. Denkbar wäre, dass die Wägung bei geschlossenem Laborabzug automatisch durchgeführt wird und die Absaugung für den Zeitpunkt der Wägung kurzzeitig ausgeschaltet wird, um Störeinflüsse zu vermeiden. In einer weiteren Ausführungsform ist die Waage mit einer
15 Einhausung versehen, die während der Durchführung der Wägung geschlossen werden kann, wodurch die durch die Absaugung verursachte Störeinflüsse minimiert werden können.

Gemäß einer Ausführungsform ist das Edukt, das Zwischenprodukt und/oder das Produkt in einem Behälter. Das Handhabungssystem ist dazu eingerichtet, das Edukt, das Zwischenprodukt
20 und/oder das Produkt gezielt aus dem Behälter zu entnehmen.

Edukte, Produkte oder Zwischenprodukte können in flüssiger, fester, gasförmiger oder Pulverform vorhanden sein. Ferner können diese in Behältern gelagert werden. Das Handhabungssystem kann dazu eingerichtet sein, auch die innerhalb eines Behälters gelagerten
25 Edukte, Zwischenprodukte oder Produkte zu entnehmen und dem Laborprozess zuzuführen. Hierzu kann das Handhabungssystem Mittel zur Entnahme aus einem Behälter aufweisen, beispielsweise eine Pipette, einen Löffel, einen Saugheber oder einen Spatel.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die zentrale Steuereinheit dazu eingerichtet, den
30 Laborprozess zu planen und dementsprechend aus einer Vielzahl von Laboreinrichtungen diejenigen für den Laborprozess auszuwählen. Die zentrale Steuereinheit ist ferner dazu eingerichtet, das Handhabungssystem zu steuern, die ausgewählten Laboreinrichtungen zu dem Laborprozess zusammenzustellen und den Laborprozess durchzuführen.

Somit kann ein durch die zentrale Steuereinheit geplanter Laborprozess vollständig automatisiert durch das Handhabungssystem durchgeführt werden. Somit wird kein Benutzer mehr benötigt, welcher die Laboreinrichtungen anordnet und/oder bedient. Ferner können so auch nachts oder am Wochenende Laborprozesse durchgeführt werden. Es sei angemerkt, dass die der zentralen Steuereinheit zur Verfügung stehenden Laboreinrichtungen geändert werden können, sodass
40 neue Laborprozesse ermöglicht werden. Somit kann die Laborprozessunterstützungsvorrichtung flexibel, einfach und schnell an die aktuellen Gegebenheiten des Labors angepasst werden.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Laborsystem. Das Laborsystem weist wenigstens zwei Laboreinrichtungen und eine vorhergehend und nachfolgend beschriebene Laborprozessunterstützungsvorrichtung auf. Die wenigstens zwei Laboreinrichtungen sind durch einen Laborprozess miteinander verbunden. Die Laborprozessunterstützungsvorrichtung ist dazu
5 eingerichtet, die wenigstens zwei Laboreinrichtungen gemäß dem Laborprozess zu bedienen und/oder das Edukt, das Zwischenprodukt, das Produkt und/oder den Reaktor für einen Prozess, insbesondere einen chemischen Prozess, des Laborprozesses handzuhaben, um den Laborprozess durchzuführen.

10 Das Laborsystem kann einen Vorrat an unterschiedlichen Laboreinrichtungen umfassen, die in unterschiedlichen Konfigurationen zu einer Gruppe von Laboreinrichtungen angeordnet werden können. Durch die Art und Weise der Anordnung in Gruppen von Laboreinrichtungen und durch die Art und Weise der Steuerung lassen sich Laborprozesse in unterschiedlicher Weise kombinieren und konfigurieren, sodass mit diesen anschließend unterschiedliche Arbeitsabläufe
15 realisiert werden können. Somit ist das Laborsystem durch eine hohe Flexibilität und geringe Umrüstkosten gekennzeichnet.

Durch die zentrale Steuereinheit kann auf Basis eines Auftrags ein Laborprozess geplant werden. Diese Planung kann dabei die benötigten Laboreinrichtungen und deren Anordnung umfassen.
20 Ferner kann die zentrale Steuereinheit das Handhabungssystem anleiten die Laboreinrichtungen entsprechend des Laborprozesses anzuordnen und entsprechend zu bedienen, sodass der Laborprozess durch das Handhabungssystem durchgeführt werden kann. Für die Durchführung kann das Handhabungssystem auch Edukte, Produkte, Zwischenprodukte und/oder Reaktoren handhaben oder transportieren. Alternativ oder zusätzlich kann die zentrale Steuereinheit den
25 Benutzer mittels einer Anzeigeeinheit anleiten die Laboreinrichtungen anzuordnen und/oder gemäß dem geplanten Laborprozess zu bedienen. Es sei angemerkt, dass auch das Handhabungssystem mit dem Benutzer zusammenwirken kann, sodass das Handhabungssystem des Laborsystems gewisse Arbeitsschritte oder Teillaborprozesse durchführt und der Benutzer die restlichen Arbeitsschritte. Das Laborsystem kann einen
30 Laborabzug aufweisen, welcher die einzelnen Laboreinrichtungen, das Handhabungssystem und die zentrale Steuereinheit aufweist. Ferner können auch Edukte, Produkte, Zwischenprodukte und/oder Reaktoren innerhalb des Laborsystems gelagert werden. Auch kann das Laborsystem eine Absaugung vorsehen, sodass bei dem Laborprozess entstehende Gase gefiltert und/oder entsorgt werden können.

35 In einer weiteren Ausführungsform kann das Handhabungssystem außerhalb des Laborabzuges angeordnet sein und Edukte zu dem Laborabzug transportieren oder Produkte von dem Laborabzug weg transportieren. Ferner kann auch ein Handhabungssystem innerhalb des Laborabzuges und ein Handhabungssystem außerhalb des Laborabzuges angeordnet sein. Auch
40 kann der Laborabzug eine Schutzscheibe aufweisen, welche während der Durchführung des Laborprozesses geschlossen werden kann. Hierbei kann die zentrale Steuereinheit den Status der Schutzscheibe überwachen, offen oder geschlossen, oder aber die zentrale Steuereinheit kann die Schutzscheibe gezielt steuern, öffnen und schließen.

In einer Ausführungsform weist die Laborprozessunterstützungsvorrichtung eine Programmsteuerungseinheit auf, die mit der zentralen Steuereinheit verbunden ist. Beispielsweise sind in der Programmsteuerungseinheit Verfahrensmodule hinterlegt, die dem Benutzer eine Bibliothek mit einer Auswahl mit unterschiedlichen Rezepten anbieten und/oder denen der Benutzer Rezepte hinzufügen kann. Die Verfahrensmodule können dabei Softwaremodule sein. Technische Module können in einer Verfahrenskontrolle der Programmsteuerungseinheit hinterlegt sein. Die Laborprozessunterstützungsvorrichtung kann dazu ausgeführt sein, ihr von einem Benutzer übergebene Aufträge autonom oder teilautonom auszuführen. Dabei kann die Laborprozessunterstützung dazu eingerichtet sein, für jeden Schritt einer Ablauffolge oder eines ihr übergebenen Rezeptes oder eines Auftrages die dazu notwendigen Teilschritte oder Handgriffe selbstständig zu planen und/oder auszuführen. Dazu kann der Laborprozessunterstützungsvorrichtung beispielsweise vorgegeben werden eine bestimmte chemische Reaktion durchzuführen. Die Laborprozessunterstützungsvorrichtung kann dazu eingerichtet sein, anhand der vorgegebenen Reaktion und von beispielsweise in einer Datenbank gespeicherten Informationen selbstständig die für die Reaktion benötigten Ausgangsstoffe, Behältnisse und Laborgeräte oder -einrichtungen bereitzulegen. Weiterhin kann die Laborprozessunterstützungsvorrichtung selbstständig die Ausgangsstoffe in der richtigen Menge abmessen und beispielsweise unter Schütteln oder Rühren miteinander mischen, wobei das Handhabungssystem der Laborprozessunterstützungsvorrichtung die Ausgangsstoffe, Behältnisse und/oder Laborgeräte oder -einrichtungen bedienen kann.

In einer Ausführungsform kann das Handhabungssystem eine Sensorik aufweisen, die dazu eingerichtet ist Messdaten von einer Umgebung des Handhabungssystems aufzunehmen. Diese Messdaten können zumindest eine optische Aufzeichnung aufweisen. Beispielsweise kann die Sensorik eine Kamera aufweisen. Weiter beispielsweise kann es sich um eine Kamera mit Datenaufzeichnung und Bildauswertung handeln. Beispielsweise umfasste die Sensorik eine optische Erkennung und eine Kraftkontrolleinheit, beispielsweise mit einem Kraftbegrenzungssensor. Der Kraftbegrenzungssensor kann es ermöglichen, dass das Handhabungssystem eine sichere Interaktion mit Menschen zulässt, so dass eine direkte Kooperation des Handhabungssystems der Laborprozessunterstützungsvorrichtung mit einem Menschen möglich ist ohne den Menschen dabei einem erhöhten Gefährdungspotential auszusetzen. Die Laborprozessunterstützungsvorrichtung kann dazu eingerichtet sein eine Abschaltfunktion aufzuweisen, so dass bei einem durch die Sensorik festgestellten Kontakt des Handhabungssystems mit einem Menschen die zentrale Steuereinheit eine Bewegung des Handhabungssystems stoppt oder zumindest eine auf den Menschen ausgeübte Kraft begrenzt. Das Handhabungssystem kann dazu eingerichtet Geräte eines Labors zu bedienen, insbesondere auch Drucktasten und/oder Schalter zu bedienen. Beispielsweise ist die Laborprozessunterstützungsvorrichtung dazu eingerichtet, Verfahrensschritte selbstständig zu erlernen. Die Laborprozessunterstützungsvorrichtung kann eine hohe Reproduzierbarkeit bei Verfahrensschritten ermöglichen, da diese kontrolliert durchgeführt werden können. Sämtliche Verfahrensparameter und Abweichungen können von der Programmsteuerungseinheit und/oder der zentralen Steuerungseinheit erfasst werden. In einer beispielhaften Ausführungsform weist

das Handhabungssystem humanoide Eigenschaften auf. Das Handhabungssystem kann dazu eingerichtet sein, Laboreinrichtungen, Edukte, Produkte, Geräte, Schalter, Messeinrichtungen oder Gefäße in einer Weise bedienen oder handzuhaben, wie ein Mensch es machen würde. Damit können handelsübliche Geräte oder Geräte, die bereits im Labor vorhanden sind, als mit
5 zugehörigen Verfahrensschritten in den Prozess eingefügt werden, ohne zusätzliche kosten- und zeitaufwändige Integrationsarbeiten. Die zugehörigen Verfahrensschritte oder Verfahrensmodule können dann hinterlegt werden, sodass die Programmsteuerungseinheit auf diese zur Prozessplanung zurückgreifen kann. Die sonst notwendige Programmierung von Gerätetreibern für die Anbindung an die Programmsteuerung und auch für den Export von Messdaten entfällt.
10 Letzteres wird ermöglicht durch eine optische Erkennung von Messdaten am Gerätedisplay mit einer Kamera beispielsweise am Handhabungssystem.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Laborprozessunterstützungsvorrichtung beziehungsweise das Handhabungssystem eine künstliche Intelligenz (KI). Diese KI kann durch
15 ein künstliches Intelligenzmodul dargestellt sein, das mit der zentralen Steuereinheit und/oder der Programmsteuerungseinheit verbunden ist. Eigenschaften der KI können es sein, dass die KI dazu eingerichtet ist, Verhaltensmuster zum Beispiel eines Benutzers zu erkennen und zu speichern, und so beispielsweise in einer weiteren Durchführung eines Laborprozesses menschliche Bewegungen nachzuahmen. Diese Bewegungen können beispielsweise eine
20 Rüttelbewegung bei der Durchführung eines Befüllvorganges mit Hilfe eines Spatels sein. In einer Ausführungsform der Erfindung kann die Laborprozessunterstützungsvorrichtung dazu eingerichtet sein, das Produkt des Laborprozesses für eine weitergehende Testung in geeignete Behälter abzufüllen oder auf Substrate aufzutragen. In einer Ausführungsform der Erfindung kann das Handhabungssystem ein Handhabungsroboter mit einem Arm sein, der dazu eingerichtet ist
25 eine Laboreinrichtung handzuhaben und/oder zu bedienen, wobei die Laboreinrichtung nicht dazu eingerichtet ist von einem automatisierten oder teilautomatisierten System gehandhabt und/oder bedient zu werden. Somit kann die erfindungsgemäße Laborprozessunterstützungsvorrichtung beispielsweise in Laboren eingesetzt werden, welche üblicherweise durch menschliche Arbeiter bedient werden. Die Laboreinrichtungen benötigen
30 dabei vorteilhafterweise keine Schnittstellen mit denen sie auf automatisierten Betrieb ausgelegt sind, sondern können durch die erfindungsgemäße Laborprozessunterstützungsvorrichtung bedient und handgehabt werden, wie ein menschlicher Arbeiter dies tun würde. Ebenso kann die Laborprozessunterstützungsvorrichtung neben einem menschlichen Arbeiter in einem Labor arbeiten und ihm beispielsweise Routinetätigkeiten abnehmen.

35 Im Folgenden werden zwei Beispiele beschrieben, die mittels der erfindungsgemäßen Laborprozessunterstützungsvorrichtung durchgeführt werden können.

Das erste Beispiel beschreibt vorbereitende Arbeiten für die Testung von Materialien,
40 beispielsweise Katalysatoren in Rohrreaktoren für verfahrenstechnische Prozesse. Diese Ablauffolge ist nur ein Beispiel aus einer Reihe von Synthesen. Andere Synthesen wie die Sprühimprägnierung oder Fällungsreaktionen zur Katalysatorherstellung sind ebenfalls denkbar.

Ablauffolge wie sie mit einem Programm zur Rezeptablaufsteuerung vom Versuchsleiter erstellt wird zur Katalysatorsynthese als logische Anweisungsfolge (Auftrag I in Fig. 6):

1. Erstelle eine 2%ige Kobaltnitratlösung.
 - 5 2. Lege 8 g Steatit 1-2 mm Korngröße vor.
 3. Tränke 10 ml einer 2%igen Kobaltlösung auf die 8 g Steatit unter Schütteln.
 4. Trockne 4 h auf dem Schüttler.
 5. Nimm 8 g des fertigen Produkts und fülle es in ein 51 cm x 10 mm ID Rohr aus 1.5841 Edelstahl.
- 10 Ablauffolge wie sie vom Handhabungssystem nach Überführung der logischen Ablauffolge in eine zeitliche Reihenfolge und eine räumliche Anordnung ausgeführt wird:
1. Nimm Waage
 2. Nimm Schüttler
 - 15 3. Nimm Staudruckmessgerät
 4. Nimm Becherglas
 5. Nimm Magnetrührer
 6. Nimm Rührfisch
 7. Nimm Keramikschale
 - 20 8. Nimm Rohr aus dem Eingaberack.
 9. Nimm Messeinrichtung
 10. Nimm Wasser
 11. Nimm Basischemikalien
 12. Nimm Steatit
 - 25 13. Lege Becherglas auf die Waage
 14. Tariere Waage
 15. Fülle Wasser ein
 16. Fülle Lösung ein
 17. Stelle Becherglas auf Rührer
 - 30 18. Füge Rührfisch hinzu
 19. Schalte Rührer an (Definiere Stufe)
 20. Rühre x min
 21. Schalte Rührer aus
 22. Schalte Waage an
 - 35 23. Stelle Keramikschale auf die Waage
 24. Wiege Steatit in Keramikschale ab
 25. Nimm Keramikschale und stelle sie auf Schüttler
 26. Ziehe benötigte Menge an Tränklosung in die Spritze auf

27. Schalte Rüttler ein
28. Imprägniere Steatit
29. Warte bis Zeit um
30. Stoppe Rüttler
- 5 31. Nimm leere Schale und stelle sie auf Waage und tariere.
32. Wiege x g fertiges Produkt ab.
33. Fülle Produkt in Rohr.
34. Platziere Rohr im Staudruckmessgerät und starte Messung.
35. Platziere Rohr im Ausgaberrack.
- 10 36. Wiederhole Schritte 1 bis 35 für n Rohre.
37. Schalte Waage aus
38. Räume alles wieder weg

Das zweite Beispiel beschreibt vorbereitende Arbeiten für die Testung von beschichteten flächigen Substraten die der Testung von Materialien dienen für Membrantrennverfahren, die Batteriefertigung, die Elektrolyse oder Brennstoffzellen oder sonstige elektrokatalytische Prozesse. Besonders hervorgehoben werden soll auch die Möglichkeit der Oberflächenüberprüfung mittels strukturerkennender optischer Verfahren zur Qualitätssicherung (Sensor). Das betrifft insbesondere auch bereits getestete Substrate. Hier sind Veränderungen auf der aktiven Oberfläche in der sogenannten Post-mortem Analyse oft hilfreich um Leistungsdefizite während der Testung noch nachträglich zu verstehen und diese Ergebnisse in die automatische Optimierung der Prozessparameter dann wieder einfließen zu lassen (Stichwort Feedback Loop).

25 Ablauffolge wie sie mit einem Programm zur Rezeptablaufsteuerung vom Versuchsleiter erstellt wird zur Katalysatorsynthese als logische Anweisungsfolge (Auftrag I in Figur 6):

1. Erstelle eine 2%ige Eisennitratlösung.
2. Lege 40g Steatit 0,2...0,5 mm Korngröße vor.
- 30 3. Tränke 50 ml einer 2%igen Eisenlösung auf die 40 g Steatit unter Schütteln.
4. Nimm 40 g der fertigen Suspension und verteile es auf einem Aluminiumsubstrat mit einer Fläche von 10 x 10 cm.
5. Trockne das Substrat vor dem Kalandrieren um Anhaftung an den Walzen zu verhindern.
6. Kalandriere das beschichtete Substrat zur Verfestigung der Oberfläche.
- 35 7. Trockne das Substrat unter einem Infrarotstrahler.
8. Überprüfe die Vollständigkeit der Beschichtung.

Ablauffolge wie sie vom Handhabungssystem nach Überführung der logischen Ablauffolge in eine zeitliche Reihenfolge und eine räumliche Anordnung ausgeführt wird:

- 40
1. Nimm Waage

2. Nimm Schüttler
3. Nimm Becherglas
4. Nimm Magnetrührer
5. Nimm Rührfisch
- 5 6. Nimm Keramikschale
7. Nimm Rohr
8. Nimm Messeinrichtung
9. Nimm Wasser
10. Nimm Basischemikalien
- 10 11. Nimm Substrat aus dem Eingaberack.
12. Nimm Raketstation
13. Nimm Kamera
14. Lege Becherglas auf die Waage
15. Tariere Waage
- 15 16. Fülle Wasser ein
17. Fülle Lösung ein
18. Stelle Becherglas auf Rührer
19. Füge Rührfisch hinzu
20. Schalte Rührer an (Definiere Stufe)
- 20 21. Rühre x min
22. Schalte Rührer aus
23. Schalte Waage an
24. Stelle Keramikschale auf die Waage
25. Wiege Steatit in Keramikschale ab
- 25 26. Nimm Keramikschale und stelle sie auf Schüttler
27. Ziehe benötigte Menge an Beschichtungslosung in die Spritze auf
28. Verteile Beschichtungslösung mit Spritze auf einen oder mehrere Punkte auf dem Substrat.
29. Ziehe das Raket über das Substrat und streife überschüssige Beschichtungslösung ab.
- 30 30. Trockne das beschichtete Substrat für 10 min.
31. Überführe das vorgetrocknete Substrat in die Kalandrierstation.
32. Trockne das beschichtete Substrat für weitere 60 min.
33. Nimm Kamera und fotografiere das Substrat.
34. Überführe das Substrat ins Ausgaberack.
- 35 35. Wiederhole Schritte 1 bis 33 für n Substrate.
36. Schalte Waage aus
37. Räume alles wieder weg

- Im Bereich der Materialforschung für Polymere werden häufig Probenkörper benötigt für mechanische Belastungstests. Deren Geometrie muss genau definiert sein. Die Herstellung dieser Probenkörper aus feinem Granulat oder aus Pulver kann mit einem ähnlichen Verfahren erfolgen wie die Substratbeschichtung. Beispielsweise wird dazu der Trocknungsschritt oben
5 ersetzt durch die Warmformgebung und die Aufbringung des Pulvers erfolgt dann mehrlagig in eine Form. Ebenso könnte das Handhabungssystem Polymerstränge in einen 3D Drucker einsetzen, der dann die Probenkörper druckt.
- 10 Gemäß einer Ausführungsform stehen die Laboreinrichtungen jeweils mit der zentralen Steuereinheit in Verbindung, sodass Daten zwischen den Laboreinrichtungen und der zentralen Steuereinheit ausgetauscht werden. Die zentrale Steuereinheit ist an eine zentrale Datenbank, beispielsweise einen Cloud-Server, angebunden.
- 15 Es sei angemerkt, dass auch mittels einem Fernzugriff bzw. einem Cloudzugang auf die Laborprozessunterstützungsvorrichtung zugegriffen werden kann. Ein Benutzer, Anwender (Kunde) bzw. Auftraggeber kann über einen solchen Cloudzugang einen Auftrag an die zentrale Steuereinheit übermitteln. Ferner können die dort übermittelten Daten nur für die Verrechnung und Datenverdichtung in diesem Laborprozess benutzt werden und daher verlassen die Daten
20 nicht die proprietäre Umgebung des Benutzers. Der Zugang über die Cloud auf die Ablaufsteuerung des Laborprozesses kann dem Benutzer dann auch eine Fernsteuerung des Laborprozesses (remote control) innerhalb definierter Sicherheitsgrenzen für die Laborprozessunterstützungsvorrichtung bzw. des Laborsystems auf Basis dieser proprietären Informationen erlauben. Der Benutzer erlangt dadurch eine direktere Prozesskontrolle und
25 verbessert seinen Datenschutz vor Mitbewerbern.
- Ein Cloudzugang kann auch genutzt werden, um Zusatzdienstleistung (Cloud Services) anzubieten, welche vom Benutzer nicht selbst geleistet werden können und zwar in Form der folgenden Arbeitspakete: „Machine learning“ auf Basis vorhandener historischer Anwenderdaten
30 und daraus entwickeln von Vorgaben für neue Versuchsvarianten, die Berechnung von Reaktionskinetiken auf Basis von Umsatzmessungen, Computersimulationen der Temperaturverteilung in den Reaktoren auf Basis der errechneten Reaktionskinetiken und Stoffströme (Hot-spot Simulation), statistisch geschickt gewählte Parameterbereiche als Vorgabe für neue Versuchspläne (Design of Experiments).
- 35 Der Cloudzugang kann eine Steuereinheit, eine Datenbank oder eine Schnittstelle zu der zentralen Steuereinheit sein. Dieser Cloudzugang kann für eine Vielzahl von Laborprozessen zur Verfügung stehen, jedoch kann jeder Benutzer nur die für ihn freigegebenen Laborprozesse einsehen, auswerten und anpassen. Ferner kann der Cloudzugang mehrere Steuereinheiten oder
40 Datenbanken aufweisen, welche über verschiedene Orte (weltweit) verteilt sind. Der Cloudzugang kann beispielsweise ein Server sein, welcher über das Internet oder ein anderes Netzwerk erreichbar ist und neben den Datenbankfähigkeiten auch eine dem Benutzer sonst nicht zugängliche hohe Rechnerleistung zur Verfügung stellt beispielsweise für komplexe

strömungstechnische Prozesse wie dynamische Stoff- und Wärmetransportvorgänge in gerührten Reaktoren.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Durchführung eines Laborprozesses mit Hilfe einer vorhergehend und nachfolgend beschriebenen Laborprozessunterstützungsvorrichtung. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

- Empfangen, durch eine zentrale Steuereinheit, eines Auftrags zur Durchführung eines Laborprozesses;
- Planen, durch die zentrale Steuereinheit, des Laborprozesses;
- Auswählen der dafür benötigten Laboreinrichtungen;
- Anordnen der benötigten Laboreinrichtungen entsprechend des Laborprozesses;
- Durchführen des Laborprozesses mit Hilfe eines Handhabungssystems;
- Erheben und Speichern der bei der Durchführung des Laborprozesses erzeugten Daten in einer Datenbank der zentralen Steuereinheit.

Das Verfahren zur Durchführung von dem Laborprozess kann die Konfiguration von Laboreinrichtungen umfassen, wobei eine Auswahl und Zusammenstellung von Laboreinrichtungen erfolgt, um einen Laborprozess abzubilden. Die Konfiguration der Laboreinrichtungen kann über die zentrale Steuereinheit erfolgen.

Es sei angemerkt, dass die Schritte des Verfahrens auch in einer anderen Reihenfolge oder gleichzeitig ausgeführt werden können. Ferner kann zwischen einzelnen Schritten auch eine längere Zeitspanne liegen.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Programmelement, das, wenn es auf einer zentralen Steuereinheit einer Laborprozessunterstützungsvorrichtung ausgeführt wird, die Laborprozessunterstützungsvorrichtung anleitet, die Schritte des vorhergehend und nachfolgend beschriebenen Verfahrens durchzuführen.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein computerlesbares Medium, auf dem ein Programmelement gespeichert ist, das, wenn es auf einer zentralen Steuereinheit einer Laborprozessunterstützungsvorrichtung ausgeführt wird, die Laborprozessunterstützungsvorrichtung anleitet, das vorhergehend und nachfolgend beschriebene Verfahren durchzuführen.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele und der Figuren.

Die Figuren sind schematisch und nicht maßstabsgetreu. Sind in der nachfolgenden Beschreibung der Figuren gleiche Bezugszeichen angegeben, so bezeichnen diese gleiche oder ähnliche Elemente.

Kurze Beschreibung der Figuren

- 5
10
15
20
25
30
35
40
- Fig. 1a zeigt eine schematische Darstellung eines Laborsystems in Grundform gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 1b zeigt eine schematische Darstellung eines Laborsystems für einen ersten Laborprozess gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 1c zeigt eine schematische Darstellung eines Laborsystems für einen zweiten Laborprozess gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 2a zeigt eine schematische Darstellung eines Laborsystems mit einem externen Handhabungssystem gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 2b zeigt eine schematische Darstellung eines Laborsystems mit einem internen und einem externen Handhabungssystem gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 2c zeigt eine schematische Darstellung eines Laborsystems mit einem externen Handhabungssystem und einer geschlossenen Schutzscheibe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Laborsystems mit geschlossener Schutzscheibe und einer kabellosen Verbindung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 4a-e zeigt eine schematische Darstellung eines Laborsystems in unterschiedlichen Konfigurationen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 5 zeigt ein Flussdiagramm für ein Verfahren zur Durchführung von Laborprozessen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 6 zeigt einen schematischen Ablauf des Verfahrens zur Durchführung von Laborprozessen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 7 zeigt einen schematischen Ablauf des Verfahrens bei der Durchführung eines Teilprozesses gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.
- Fig. 8 zeigt einen weiteren schematischen Ablauf des Verfahrens zur Durchführung von Laborprozessen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsformen

Figur 1a zeigt die schematische Darstellung einer Laborprozessunterstützungsvorrichtung 2. Diese Laborprozessunterstützungsvorrichtung 2 weist ein Handhabungssystem 3 und eine zentrale Steuereinheit 5 auf. Ferner kann diese Laborprozessunterstützungsvorrichtung 2 Teil eines Laborsystems 1 sein, welches ferner einen Laborabzug 6 und eine Absaugvorrichtung des Laborabzugs 7 umfasst. Des Weiteren können innerhalb des Laborabzugs 6 eine oder mehrere Laboreinrichtung(en) 4 vorhanden sein. Diese Laboreinrichtungen 4 können auf bestimmte Weise angeordnet werden, um einem Laborprozess durchzuführen, auf welchen in den folgenden Figuren detaillierter eingegangen wird. Das Handhabungssystem 3 ist dazu eingerichtet, eine Laboreinrichtung 4 innerhalb des Laborabzuges 6 zu bedienen, wenn dies für den auszuführenden Laborprozess erforderlich ist. Der Laborprozess kann durch die zentrale Steuereinheit 5 geplant werden, welche wiederum dazu eingerichtet ist, das Handhabungssystem 3 anzuleiten die dementsprechenden Laboreinrichtungen 4 zu bedienen und/oder ein Edukt, ein Produkt, ein Zwischenprodukt und/oder einen Reaktor handzuhaben und innerhalb des Laborabzuges 6 zu transportieren.

Die Laboreinrichtungen 4 können aus einer Vielzahl von möglichen Vorrichtungen, Sensoren und Werkzeugen ausgewählt sein, beispielsweise kann die Laboreinrichtung 4 eine Dosiereinheit, eine Laborwaage, eine Rührvorrichtung, eine Heizvorrichtung, eine Kühlvorrichtung, ein Temperaturmesssensor, ein Drucksensor, ein Füllstandmesssensor, eine Absaugvorrichtung, ein Filtrationsgefäß, ein Reaktionsgefäß, eine Separationseinheit, eine Analytikeinheit, ein Barcode-Scanner, eine Etikettiermaschine, eine Probeentnahmeeinheit und/oder ein Fluidverteiler sein. Des Weiteren sei angemerkt, dass das Handhabungssystem in Figur 1a als ein Handhabungsroboter mit einem Arm ausgestaltet ist. Dieser Arm kann beispielsweise einen Greifer oder eine Zange an seinem Ende aufweisen, um die Laboreinrichtungen 4 zu bedienen und/oder das Edukt, das Produkt, das Zwischenprodukt und/oder den Reaktor handzuhaben und innerhalb des Laborabzuges 6 zu transportieren. Ferner sei angemerkt, dass das Handhabungssystem 3 den durch die zentrale Steuereinheit 5 geplanten Laborprozess selbstständig durchführen kann oder aber auch mit einem Benutzer (Laboranten) zusammenarbeiten kann. Beispielsweise können Laborprozesse, welche für einen Menschen gefährlich sein können, selbstständig und in Abwesenheit des Benutzers durch das Handhabungssystem 3 durchgeführt werden. Jedoch sei angemerkt, dass das Handhabungssystem auch Teillaborprozesse durchführen kann oder den Benutzer bei einigen Laborprozessen kooperativ unterstützen kann, z.B. indem das Handhabungssystem 3 dem Benutzer bestimmte Laboreinrichtungen, Edukte, Produkte, Zwischenprodukte und/oder Reaktoren anreicht. Des Weiteren kann das Handhabungssystem 3 selbst Sensoren aufweisen, welche Messdaten über das Handhabungssystem 3 oder den durchgeführten Laborprozess erheben und diese an die zentrale Steuereinheit 5 übertragen bzw. übermitteln.

In dem Laborsystem 1 können beispielsweise Testspecimen mithilfe einer anweisungsgesteuerten automatisiert ablaufenden Syntheseroute durch ein rezeptgesteuertes Handhabungssystem 3 hergestellt werden, welche die manuellen Abläufe des Laborprozesses unterstützt, nachahmt und/oder ausführt. Das Handhabungssystem 3 kann angelernt werden, sodass das Handhabungssystem 3 sich häufig wiederholende Bewegungsabläufe ausführen

kann. Hierbei kann die Anlernung direkt durch den Benutzer erfolgen. Dazu wird mit dem manuell geführten Handhabungssystem 3 eine Reihe von Aktivitäten in einer Bewegungsabfolge ausgeführt (Laborprozess). Zu diesen Aktivitäten gehören beispielsweise das Auf- und Abnehmen von Objekten, das Bedienen von Laboreinrichtungen 4 oder das Dosieren von Medien in Gefäße. Beginn und Ende sowie die Position an der diese Aktivität stattfinden soll werden an die zentrale Steuereinheit 5 übermittelt und dort als Bewegungsablauf für einen künftigen automatischen Ablauf gespeichert. Neben dem manuellen Anlernen durch den Benutzer, sind insbesondere auch kameragestützte AR (Augmented Reality) Beamer geeignet das Anlernen zu unterstützen bzw. durchzuführen. Diese Kombination erlaubt neben der optischen Projektion von Ablaufanweisungen für den Benutzer auf beispielsweise die Arbeitsfläche eines Laborabzuges 6 insbesondere auch die Aufnahme von manuellen Abläufen über eine Software zur Erkennung von Bewegungsabläufen (Motion capturing) und der Übermittlung dieses manuellen Ablaufs an das Handhabungssystem 3, welches diese anschließend automatisiert ausführt.

Die Durchführung des Verfahrens wird beispielhaft anhand der Darstellungen erläutert, die in den Figuren 1b und 1c gezeigt werden, die sich auf die Herstellung von Feststoffprodukten beziehen.

Figur 1b zeigt im Wesentlichen das Laborsystem 1 nach Figur 1a, jedoch sind in Figur 1b mehrere Laboreinrichtungen 4 zu einem Laborprozess zusammengestellt bzw. gruppiert worden. Ferner in Figur 1b keine Absaugvorrichtung für den Laborabzug dargestellt, wodurch illustriert ist, dass die Absaugvorrichtung optional für den Laborabzug 6 ist. Die bestimmte Anordnung von Laboreinrichtungen 4 zu einem Laborprozess 8 kann entweder durch das Handhabungssystem 3 erfolgt sein, oder aber die Laboreinrichtungen 4 wurden von einem Benutzer angeordnet, sodass ein Laborprozess durchführbar ist. Ferner ist in Figur 1b dargestellt, dass innerhalb des Laborabzuges 6 auch Edukte 12 und Produkte 13 gelagert werden können, welche für den durchzuführenden Laborprozess benötigt werden oder welche durch den Laborprozess entstehen. Des Weiteren können die Edukte 12 und Produkte 13 auch in Behältern gelagert werden und das Handhabungssystem 3 kann die Behälter öffnen, schließen und die Stoffe aus diesen entnehmen. Beispielsweise kann das Handhabungssystem 3 auch eine Pipette oder einen Spatel aufweisen, um aus den Behältern die Edukte 12 oder die Produkte 13 zu entnehmen. Der Laborprozess kann hierbei durch das Handhabungssystem 3 selbständig durchgeführt werden oder aber das Handhabungssystem 3 führt den Laborprozess teilweise durch. Die zentrale Steuereinheit 5 kann hierbei das Handhabungssystem 3 entsprechend anleiten bzw. steuern den Laborprozess durchzuführen, z.B. kann die zentrale Steuereinheit 5 das Handhabungssystem 3 anleiten eine Abfolge von mehreren Laboreinrichtungen zu bedienen und/oder mehrere Edukte 12, Produkte 13, Zwischenprodukte oder Reaktoren handzuhaben. Vorteilhafterweise kann ein Benutzer das Handhabungssystem 3 einlernen, indem der Mensch dem Handhabungssystem 3 die gewünschte Bewegungsabfolge zeigt, beispielsweise indem der Mensch das Handhabungssystem 3 in einem „Einlernmodus“ versetzt und anschließend der Mensch den Bewegungsablauf mit dem Handhabungssystem durchführt (es bei der Hand nimmt). Diesen Bewegungsablauf kann die zentrale Steuereinheit 5 speichern und zu einem späteren Zeitpunkt kann die zentrale Steuereinheit 5 das Handhabungssystem 3 entsprechend des eingelernten Bewegungsablaufes steuern.

In der Figur 1b ist eine Gruppe 8 (Anordnung von Laboreinrichtungen 4) von Laboreinrichtungen 4 gezeigt, die vier Laboreinrichtungen 4 umfasst, beispielsweise eine Fällungsstation, eine Zentrifugeneinheit, eine Trocknungseinheit und eine Pelletierungseinheit. In der ersten
5 Prozessstufe werden die flüssigen Ausgangsstoffe zur Fällung gebracht und es werden aus diesen Feststoffe erzeugt, die sich in der Fällungslösung befinden. In der nächsten Prozessstufe werden die Feststoffe von der Lösung abgetrennt. Dazu wird die Fällungslösung in Zentrifugenbecher transferiert, diese Zentrifugenbecher werden anschließend in die Halterung der Zentrifuge eingesetzt und diese anschließend dem Zentrifugenbetrieb ausgesetzt. Durch die
10 Behandlung der Flüssigkeit in der Zentrifuge scheidet sich der Feststoff auf dem Boden der Becher ab. Die über dem Bodensatz stehende Flüssigkeit wird abgetrennt und der Feststoff wird abgeschieden. Das getrocknete Pulver kann anschließend einer Pelletierung unterzogen werden.

Die Dimensionierung des Maßstabs des Laborprozesses wird durch die eingesetzten
15 Laboreinrichtungen 4 bestimmt, die dem Laborsystem 1 zur Verfügung stehen und welche unter dem Laborabzug 6 angeordnet sind. Im vorliegenden Fall ist die Zentrifugeneinheit so gegeben, dass diese mit insgesamt vier Zentrifugenbechern bestückt werden kann, die jeweils ein Fassungsvermögen von 100 mL aufweisen. Somit ist die Behandlung der bei der Fällung erhaltenen Lösung zur Abtrennung von Feststoff auf eine Gesamtmenge von 400 mL pro
20 Zentrifugenlauf begrenzt. In der zentralen Steuereinheit 5 können die entsprechenden Kenngrößen zu den einzelnen Laboreinrichtungen 4 hinterlegt sein. Diese Kenngrößen werden bei der Planung des Laborprozesses durch die zentrale Steuereinheit 5 berücksichtigt. Somit ist die zentrale Steuereinheit 5 in der Lage, den Durchsatz bei der Durchführung des Verfahrens auf die einzelnen Laboreinrichtungen 4 abzustimmen. Somit kann verhindert werden, dass eine zu
25 große Menge an Feststoff ausgefällt wird, für den Fall, dass mittels der Fällungseinheit mehr Feststofflösung pro Zeiteinheit hergestellt werden kann als mittels der Zentrifugeneinheit aufgearbeitet werden kann. Bei der Trocknungseinheit besteht die Möglichkeit, dass mehrere Proben gleichzeitig einer Trocknungsbehandlung unterzogen werden können, sodass die Trocknung in einer effizienten Weise durchgeführt werden kann. Bei der Trocknungsbehandlung
30 sind die Dauer der Trocknung und die Temperaturhöhe wählbar und bestimmen die Gesamtdauer des Trocknungsprozesses. Alle einzelnen Prozesse, d.h. der Fällungsprozess, der Zentrifugierprozess, der Trocknungsprozess und der Pelletierprozess können in der Datenbank der zentralen Steuereinheit 5 hinterlegt sein. Ferner kann die zentrale Steuereinheit 5 den Benutzer über die Dauer des Laborprozesses und die notwendigen Ausgangsstoffe (Edukte)
35 informieren, wobei dies unter Berücksichtigung der Betriebsgrößen erfolgt, die vom Benutzer auswählbar sind und welche durch den Benutzer verändert bzw. angepasst werden können. Bei der Durchführung des Verfahrens erhebt und speichert die zentrale Steuereinheit 5 die Mess- und Regelparameter, die für die einzelnen Laborprozesse charakteristisch sind. Somit führt die zentrale Steuereinheit 5 ein Protokoll, welches in der Datenbank hinterlegt wird und durch den
40 Benutzer abgerufen werden kann. Die in dem Protokoll enthaltenen Informationen sind von Bedeutung, um Verfahrensschritte zu einem späteren Zeitpunkt nachzuarbeiten, Fehler oder Einflussgrößen zu identifizieren, welche für den betrachteten Parameterraum von Bedeutung sind. Als beispielhaft hierfür ist die Dauer und Temperatur bei der Lagerung des Feststoffs in der

Fällungslösung vor der Abtrennung zu nennen. Die Lagerungsbedingungen können Alterungseffekte auslösen, welche einen Einfluss auf die katalytischen Eigenschaften des Feststoffs aufweisen können.

5 Figur 1c zeigt eine bestimmte Anordnung von Laboreinrichtungen 4 für einen weiteren Laborprozess 9, welcher sich von der in Figur 1b gezeigten Anordnung unterscheidet. Somit können die in dem Laborabzug 6 vorhandenen Laboreinrichtungen 4 auf eine vielfältige Art und Weise zusammengestellt werden, je nachdem welcher Laborprozess durchgeführt werden soll bzw. wie die zentrale Steuereinheit 5 den Laborprozess plant.

10 In der Figur 1c ist eine Gruppe 9 (Anordnung von Laboreinrichtungen 4) von drei Laboraufbauten gezeigt, welche beispielsweise eine Fällungseinheit, eine Filtrationseinheit und eine Kalzinierungseinheit umfasst. Bei der Durchführung des Verfahrens wird im ersten Laborprozess ein Feststoff ausgefällt. In einem zweiten Prozess wird der Feststoff durch Filtration von der
15 Flüssigkeit abgetrennt, aus der der Feststoff ausgefällt wurde. Im vorliegenden Fall waren in der Datenbank der zentralen Steuereinheit 5 zunächst keine Informationen über die Dauer für den Filtrationsprozess hinterlegt. Einflussgrößen, die die Dauer des Filtrationsprozesses beeinflussen, sind die Art des Niederschlags, der mit beim Fällungsprozess erzeugt wird, und die Prozessparameter beim Filtrationsschritt. Ein vorteilhafter Aspekt hier ist, dass die zentrale
20 Steuereinheit 5 auch die Daten zu neu durchgeführten Experimenten in der Datenbank in abrufbarer Weise hinterlegt und darüber hinaus dazu in der Lage ist, diese hinzugefügten Informationen bei weiteren Experimenten in der Planung zu berücksichtigen. Ferner kann die zentrale Steuereinheit 5 dem Benutzer die entsprechenden Informationen zur Verfügung zu stellen. Denkbar ist, dass die Verwendung von speziellen Filtern mit einer bestimmten
25 Porengröße von Bedeutung ist, um sicherzustellen, dass Feststoff zurückgehalten wird und Verstopfungen vermieden werden.

Ferner kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Verfahrensschritt, z.B. in einer Kalzinierungseinheit, außerhalb des Abzugs durchgeführt werden kann. Die Kalzinierungseinheit
30 ist in diesem Fall auch als Laboreinrichtung in der Datenbank der zentralen Steuereinheit 5 hinterlegt. Darüber hinaus wird der Benutzer des Laborsystems über den Zeitpunkt informiert, zu dem die Proben und/oder die Produkte für die Kalzinierung bereitstehen. Die zentrale Steuereinheit 5 kann dabei zumindest die Zeitdauer der Kalzinierung überwachen und die Kalzinierungseinheit kann die Daten während der Kalzinierung erfassen und in der Datenbank
35 speichern bzw. die Daten an diese übertragen.

Figur 2a zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Hierbei ist das Handhabungssystem 3' außerhalb des Laborabzuges 6 angeordnet, welches hier als externes Handhabungssystem 3' bezeichnet wird. Somit kann das externe Handhabungssystem 3' Edukte zu dem Laborabzug 6
40 oder Produkte von dem Laborabzug 6 weg transportieren. Alternativ oder zusätzlich kann auch ein Handhabungssystem innerhalb des Laborabzuges und ein Handhabungssystem 3' außerhalb des Laborabzuges 6 angeordnet sein. Dies ist ferner in Figur 2b dargestellt. Die zentrale Steuereinheit 5 kann hierbei beide, das Handhabungssystem 3 und das externe

Handhabungssystem 3' steuern. Auch ist in Figur 2b eine bewegliche Schutzscheibe 11 zum selektiven Verschließen des Laborabzuges 6 dargestellt. Somit kann der Laborabzug 6 von der Umwelt abgeschlossen werden, sodass keine Stoffe unkontrolliert aus dem Laborabzug 6 entweichen können. Figur 2c zeigt die Ausführungsform gemäß Figur 2b mit geschlossener Schutzscheibe 11.

In einer Ausführungsform ist es vorgesehen, dass das Handhabungssystem 3, 3' auf Rädern angeordnet ist und verfahrbar ist. Beispielsweise ist das im Laborabzug positionierte Handhabungssystem 3 nicht verfahrbar, sondern an einer festen Position innerhalb des Laborabzuges 6 angeordnet.

Es sei angemerkt, dass das erfindungsgemäße Laborsystem und Verfahren auch mit Laborprozessen kombiniert werden kann, welche außerhalb eines Laborabzuges 6 durchgeführt werden.

Figur 3 zeigt einen vorhergehend und nachfolgend beschriebenen Laborabzug 6, wobei der Laborabzug bzw. die in diesem Laborabzug 6 vorhandenen Laboreinrichtungen 4 und/oder das Handhabungssystem eine drahtlose Verbindung 10 zu der zentralen Steuereinheit und/oder zu einer zentralen Datenbank aufweist. Diese drahtlose Verbindung 10 kann beispielsweise über WLAN oder Bluetooth erfolgen, sodass eine sichere, schnelle und standardisierte Datenübertragung erfolgen kann.

Die Figuren 4a bis 4e zeigen diverse Ausgestaltungen von Laborabzügen 6. Hierbei stellen die in den Laborabzügen 6 dargestellten Symbole verschiedenen Laboreinrichtungen 4a – 4g dar. Figur 4a zeigt eine erste Ausführungsform, in welcher der Laborabzug 6 eine Dosiereinheit 4a, z.B. eine Laborwaage, eine Prozesseinheit 4e und dazugehörige Ventil- 4b, Pump- 4c, Temperier- 4f und Messtechnik 4d, z.B. Analysetechnik, aufweist. Ferner kann der Laborabzug 6 einen Barcodescanner 4g aufweisen. Diese Laboreinrichtungen 4a – 4g können durch die zentrale Steuereinheit 5 gesteuert werden und gegebenenfalls mit dieser Daten bzw. Informationen austauschen. Des Weiteren kann der Laborabzug 6 gemäß Figur 4a eine Anzeigeeinheit 14 für weitere Informationen aufweisen. Beispielsweise können über ein Tablet, Smart Glasses oder einen Beamer dem Benutzer des Laborabzuges 6 bzw. dem Laboranten zusätzliche Informationen, wie beispielsweise die durchzuführenden Prozessschritte für den Laborprozess angezeigt werden. Der Betrieb kann dadurch bereits (teil-) automatisiert werden, dass die Prozessablauffolge und die Prozessparameter dem Benutzer automatisiert übermittelt werden. Der Reaktionsraum an sich kann durch die Laboreinrichtungen 4a - 4g gebildet werden. Typische Prozesseinheiten 4e können Rohrreaktoren, Rührkessel, Apparate zur Stofftrennung oder -vereinigung und Energieumwandlung sein. Es sei angemerkt, dass nicht automatisierte Laboraufbauten üblicherweise vom Benutzer selbst aufgebaut werden und auch selbst manuell bedient werden, hierbei kann jedoch durch die Anzeigeeinheit 14 eine Erleichterung und Verbesserung des Laborprozesses erreicht werden. Diese Laboraufbauten 4a - 4g selbst sind üblicherweise mit nur wenig Automatisierung ausgestattet, da für solche in der Regel kurzzeitig

betriebsenen Laborprozesse das für die Automatisierung notwendige kosten- und zeitaufwändige Engineering vermieden werden soll.

5 Figur 4b zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, in welcher dem Laborabzug 6 ein Handhabungssystem 3 hinzugefügt wurde. Somit kann der Laborprozess weiter automatisiert werden. Das Handhabungssystem 3 kann hierbei eine direkte Nachahmung der manuellen Bedienung durchführen, um den Laborprozess oder Teile davon durchzuführen. Beispielsweise kann das Handhabungssystem 3 Ventile bedienen, die Einwaage von Feststoffen (mit einer üblichen Laborwaage 4a) durchführen oder eine optische Kontrolle des Füllstands in einer
10 Prozesseinheit 4e durchführen (mit einem optionalen Sensor an einem Arm des Handhabungssystem 3). Mit dieser Art kann die zentrale Steuereinheit 5 einen sequentiellen Ablauf von Aktivitäten (Laborprozess) abbilden und das Handhabungssystem 3 entsprechend steuern diesen durchzuführen. Hierbei kann auch eine herkömmliche Rezeptablaufsteuerungssoftware verwendet werden, da sich der Laborprozess an der manuellen
15 Durchführung durch einen Benutzer orientiert.

Figur 4c zeigt einen Laborabzug 6 gemäß Figur 4b mit einer Absaugvorrichtung 7, welche bei dem Laborprozess entstehende Gase absaugen und sicher entsorgen bzw. filtern kann. Der Laborabzug 6 kann auch durch flexible Rahmengestelle auf Basis eines Montagebaukastens mit
20 schraubbaren Metallprofilen realisiert werden. Es sei angemerkt, dass bei den Prozessen es sich häufig um Synthesen einer Vielzahl unterschiedlicher Materialien (Testspecimen) handeln kann, welche im Rahmen eines übergreifenden Workflows (Arbeitsablaufes) mit Methoden der Hochdurchsatztechnik anschließend bewertet werden.

25 Figur 4d zeigt ebenfalls einen Laborabzug 6, welcher zudem eine drahtlose Anbindung 10 an die zentrale Steuereinheit und/oder an eine zentrale Datenbank 15 aufweist. Die zentrale Datenbank 15 kann hierbei als eine Cloud, welche über das Internet erreichbar ist, ausgestaltet sein. Ferner kann die in Figur 4d gezeigte Ausführungsform eine Transmitterbox aufweisen, welche die innerhalb des Laborabzugs 6 erhobenen Daten, wie Messwerte und Analyseergebnisse, sammelt und diese als Ganzes an die zentrale Steuereinheit und/oder die zentrale Datenbank 15
30 übertragen kann. Des Weiteren können die Abmaße des Laborabzugs 6 genormten Maßen für Laborabzüge entsprechen. Dieses ist durch die beiden Bemaßungen a und b dargestellt, damit auch ein Retrofit von existierenden Laboren durch den Tausch der manuellen Abzüge gegen die hier genannten Laborsysteme möglich ist, welche im gleichen geometrischen Rastermaß
35 angeboten werden. Ein solches Rastermaß kann leicht gefunden werden, da Abzüge üblicherweise mit festen Tiefen- und Höhenmaßen a aber flexiblen Breitenmaßen b angeboten werden. Die vorgeschlagene Bauweise berücksichtigt diese Flexibilität in einer Dimension. Ferner können geeignete Software-Schnittstellen definiert werden, sodass Daten mit der zentralen Datenbank 15 ausgetauscht werden können. Dies geschieht beispielsweise mittels einer
40 drahtlosen Verbindung 10, beispielsweise über einen im Laborabzug eingebauten Router oder die Transmitterbox, um die Verlegung von Netzkabel zu vermeiden und die direkte Kommunikation mit dem Handhabungssystem 3 zu erleichtern. Die zentrale Datenbank 15 kann als Cloud Lösung realisiert sein mit Speicher- und Rechenkapazität zur Auswertung großer

Datenmengen. Diese zentrale Datenbank kann ferner die erhaltenen Daten auswerten und in diesen Muster erkennen. Hierbei können auch neuronale Netze und künstliche Intelligenz eingesetzt werden.

- 5 Figur 4e zeigt eine Ausführungsform, wobei der Laborabzug 6 einen Schaltschrank 16 aufweist, welcher die Stromversorgung innerhalb des Laborabzugs 6 sicherstellt und welcher die Transmitterbox zur drahtlosen Übertragung der Daten an die zentrale Steuereinheit 5 aufweisen kann.
- 10 Figur 5 zeigt ein Flussdiagramm für ein Verfahren zur Durchführung von Laborprozessen mit Hilfe einer vorhergehend und nachfolgend beschriebenen Laborprozessunterstützungsvorrichtung. In einem ersten Schritt S1 empfängt eine zentrale Steuereinheit einen Auftrag zur Durchführung eines Laborprozesses. In Schritt S2 plant die zentrale Steuereinheit auf Basis des Auftrags den durchzuführenden Laborprozess. Hierzu wählt die zentrale Steuereinheit 5 in Schritt S3 die für
- 15 diesen Laborprozess benötigten Laboreinrichtungen aus einer Vielzahl von Laboreinrichtungen aus. Anschließend erfolgt in Schritt S4 die Anordnung der einzelnen Laboreinrichtungen entsprechend des Laborprozesses. Diese Anordnung kann manuell durch einen Benutzer unter Anleitung der zentralen Steuereinheit, beispielsweise über eine Anzeigeeinheit, oder aber selbstständig durch ein Handhabungssystem, durchgeführt werden. Anschließend wird in Schritt
- 20 S5 der Laborprozess mit Hilfe des Handhabungssystems durchgeführt. Hierbei kann das Handhabungssystem Teile des Laborprozesses durchführen oder aber den gesamten Laborprozess automatisch durchführen. Abschließend werden die bei der Durchführung des Laborprozesses erzeugten Daten in einer Datenbank der zentralen Steuereinheit gespeichert.
- 25 Figur 6 zeigt den schematischen Ablauf des Verfahrens zur Durchführung von Laborprozessen, bei dem ein Auftrag I an die zentrale Steuereinheit weitergeleitet wird, welche die Machbarkeit II des Auftrags prüft und in Abhängigkeit der Machbarkeit entweder eine Information III an den Auftraggeber zurückgibt oder die Durchführung IV des Auftrags vorbereitet. Während der Durchführung des Auftrags wird der Arbeitsbereich in einen Betriebszustand überführt, wobei
- 30 ausgewählte Laboreinrichtungen aus dem Vorratsbereich V in einer speziellen Anordnung VI zu einer ausgewählten Gruppe von Laboreinrichtungen angeordnet werden. Möglich ist, dass die Komponenten in einer Vielzahl von Gruppen von Laboreinrichtungen angeordnet werden können. Zur Illustration werden die vier Gruppen VI.1 bis VI.4 gezeigt. Die für den Laborprozess erforderlichen Laboreinrichtungen können in jeweiligen für den Laborprozess erforderlichen
- 35 Anordnung angeordnet werden. Die arabischen Ziffern in den Laboreinrichtungen der jeweiligen Prozessschritte VI-1 bis VI-4 symbolisieren hierbei jeweils die verwendeten Laboreinrichtungen. Es können in einem Laborprozess somit verschiedenen Laboreinrichtungen oder gleiche Laboreinrichtungen mehrmals vorkommen. Anschließend kann bei jeder Laboreinrichtung sukzessive der Teilprozess bzw. der Prozessschritt durchgeführt werden, welches durch die
- 40 dicken gebogenen Pfeile dargestellt wird. Nachdem alle Prozessschritte durchgeführt wurden, wird das Ergebnis des Laborprozesses ausgegeben, dieses wird durch den schwarzen nach rechts zeigenden Pfeil symbolisiert. Anschließend oder gleichzeitig kann die Anordnung von Laboreinrichtungen in den Ausgangszustand zurückgesetzt werden und die einzelnen

Laboreinrichtungen können abgebaut werden. Dies wird durch den schwarzen nach unten zeigenden Pfeil symbolisiert. Der weiße Doppelpfeil stellt die Regenerierung, die Reinigung bzw. den Austausch der einzelnen Laboreinrichtungen dar, dies kann erforderlich sein, um mit einem neuen Laborprozess zu beginnen.

5

Figur 7 zeigt den schematischen Ablauf des Verfahrens zur Durchführung von Laborprozessen, wobei das Verfahren einen Dialog I.b mit dem Auftraggeber umfasst, der sich auf die Umsetzung IV.b von Teilen des Auftrags bezieht. Sollte die zentrale Steuereinheit bei der Planung (Machbarkeit II) des Laborprozesses zu dem Schluss gelangen, dass eine komplette Durchführung des Laborprozesses mit den zur Verfügung stehenden Laboreinrichtungen nicht möglich ist, kann die zentrale Steuereinheit prüfen, ob eine teilweise Ausführung des Laborprozesses möglich ist, ist dies gegeben, erfolgt eine entsprechende Mitteilung an den Auftraggeber. Dieser kann anschließend entscheiden, ob er eine teilweise Durchführung wünscht, oder ob er den Auftrag zurückzieht.

15

Figur 8 zeigt einen weiteren schematischen Ablauf des Verfahrens zur Durchführung von Laborprozessen, welches dem in der Figur 6 gezeigten Schema entspricht. Die Durchführung wird mit IV.n bezeichnet. Das Verfahren gemäß Figur 8 weist mehrere Laboreinrichtungen im Vorratsbereich V.n auf. Mit der vergrößerten Auswahl an Laboreinrichtungen ist es möglich, eine größere Anzahl von unterschiedlichen Gruppen VI.n mit Laboraufbauten zusammenzustellen. Gleichzeitig wird auch in der zentralen Steuereinheit die Information hinterlegt, dass vom Laborsystem eine größere Anzahl von Laborprozessen durch die größere Anzahl an Laboreinrichtungen möglich ist. Somit können die Laborabzüge flexibel an die jeweiligen Aufgaben angepasst und gegebenenfalls erweitert werden.

25

Bezugszeichenliste

	1	-	Laborsystem
	2	-	Laborprozessunterstützungsvorrichtung
5	3	-	Handhabungssystem
	3'	-	externes Handhabungssystem
	4(a-g)-	-	Laboreinrichtung(en)
	5	-	zentrale Steuereinheit
	6	-	Laborabzug
10	7	-	Absaugvorrichtung des Laborabzugs
	8	-	bestimmte Anordnung von Laboreinrichtungen für einen Laborprozess
	9	-	bestimmte Anordnung von Laboreinrichtungen für einen weiteren Laborprozess
	10	-	Drahtlosverbindung zur zentralen Steuereinheit und/oder zu zentralen Datenbank
	11	-	bewegliche Schutzscheibe und Zugang zum Abzug
15	12	-	Edukt(e)
	13	-	Produkt(e)
	14	-	Anzeigeeinheit für weitere Informationen
	15	-	zentrale Datenbank (Cloud)
	16	-	Schaltschrank
20	I-V	-	Prozessschritte

Ansprüche

1. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) aufweisend:
 - ein Handhabungssystem (3); und
 - eine zentrale Steuereinheit (5),wobei das Handhabungssystem (3) dazu eingerichtet ist, eine Laboreinrichtung (4, 4a-4g) zu bedienen,
wobei das Handhabungssystem (3) ferner dazu eingerichtet ist, ein Edukt (12), ein Zwischenprodukt, ein Produkt (13) und/oder einen Reaktor für einen chemischen Prozess eines Laborprozesses handzuhaben, und
wobei die zentrale Steuereinheit (5) dazu eingerichtet ist, den Laborprozess zu planen und das Handhabungssystem (3) entsprechend zu steuern.
2. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß Anspruch 1,
ferner mit einer Programmsteuerungseinheit, wobei die Programmsteuerungseinheit einen Speicher aufweist, in dem eine Mehrzahl von Verfahrensmodule abgelegt ist, wobei jedes Verfahrensmodule wenigstens einen Verfahrensschritt zur Bedienung der Laboreinrichtung (4, 4a-4g) aufweist, wobei die Programmsteuerungseinheit ausgeführt ist auf der Grundlage eines von einem Benutzer eingetragenen Rezeptes für ein Produkt oder Zwischenprodukt, die zur Herstellung des Produktes oder Zwischenproduktes notwendigen Verfahrensschritte zu identifizieren und die entsprechenden Verfahrensmodule für einen Laborprozess derart auszuwählen und in eine Handlungsreihenfolge zu bringen, dass das Handhabungssystem (3) in der Lage ist das Produkt oder Zwischenprodukt eigenständig herzustellen.
3. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß Anspruch 2,
ferner mit einer Erkennungseinheit, die ausgeführt ist die zur Verfügung stehenden Laboreinrichtungen (4, 4a-4g) zu erkennen und die auswählbaren Verfahrensmodule auf diejenigen Verfahrensmodule einzuschränken, die Verfahrensschritte beinhalten, die zur Bedienung der zur Verfügung stehenden Laboreinrichtungen (4, 4a-4g) dienen.
4. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß Anspruch 3,
wobei die Erkennungseinheit ausgelegt ist Laboreinrichtungen (4, 4a-4g) zu erkennen, die für eine humanoide Bedienung ausgelegt sind und die zur Bedienung dieser Laboreinrichtungen (4, 4a-4g) notwendigen Verfahrensschritte einer humanoiden Handhabung nachempfunden sind, die mit der für eine humanoide Bedienung ausgelegten Laboreinrichtung kompatibel ist.
5. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4,
wobei in dem Speicher der Programmsteuerungseinheit eine Mehrzahl von Rezepten abgelegt ist mit jeweils zugewiesenen Verfahrensmodule, die zum Herstellen des dem jeweiligen Rezept entsprechenden Produktes oder Zwischenproduktes erforderlich sind.
6. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das Handhabungssystem (3) einen Handhabungsroboter mit einem Arm aufweist, der dazu eingerichtet ist eine Laboreinrichtung handzuhaben und/oder zu bedienen, die nicht dazu eingerichtet ist von einem automatisierten oder teilautomatisierten System gehandhabt und/oder bedient zu werden.

5

7. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zentrale Steuereinheit (5) dazu eingerichtet ist, das Handhabungssystem (3) entsprechend des geplanten Laborprozesses zu steuern, eine Abfolge von mehreren Laboreinrichtungen (4, 4a-4g) zu bedienen und/oder Edukte (12), Zwischenprodukte, Produkte (13) und/oder Reaktoren für einen chemischen Prozess des Laborprozesses handzuhaben.

10

8. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Handhabungssystem (3) einen Sensor aufweist, welcher dazu eingerichtet ist, Messdaten über das Handhabungssystem (3) und/oder über den Laborprozess zu erheben und an die zentrale Steuereinheit (5) zur Überwachung und Regelung des Laborprozesses zu übermitteln.

15

9. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) dazu eingerichtet ist, von einem Menschen eingelernt zu werden, indem der Mensch das Handhabungssystem (3) führt, eine gewünschte Bewegungsabfolge durchzuführen,

20

wobei die zentrale Steuereinheit (5) dazu eingerichtet ist, diese Bewegungsabfolge als einen Verfahrensablauf oder einen Verfahrensschritt zu speichern, um das Handhabungssystem (3) nachfolgend entsprechend der gespeicherten Bewegungsabfolge zu steuern.

25

10. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zentrale Steuereinheit (5) dazu eingerichtet ist, einen Auftrag für einen Laborprozess zu empfangen und wobei die zentrale Steuereinheit (5) dazu eingerichtet ist, zu überprüfen, ob der Auftrag mit zur Verfügung stehenden Laboreinrichtungen (4, 4a-4g) und dem Handhabungssystem (3) durchführbar ist, und das Ergebnis der Überprüfung an den Auftraggeber zu übermitteln.

30

11. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einer Anzeigeeinheit (14), welche dazu eingerichtet ist, einem Menschen Informationen und/oder eine Anleitung über den durchzuführenden Laborprozess anzuzeigen.

35

12. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Handhabungssystem (3) dazu eingerichtet ist, selbständig einen Laborprozess innerhalb eines Laborabzugs (6) durchzuführen.

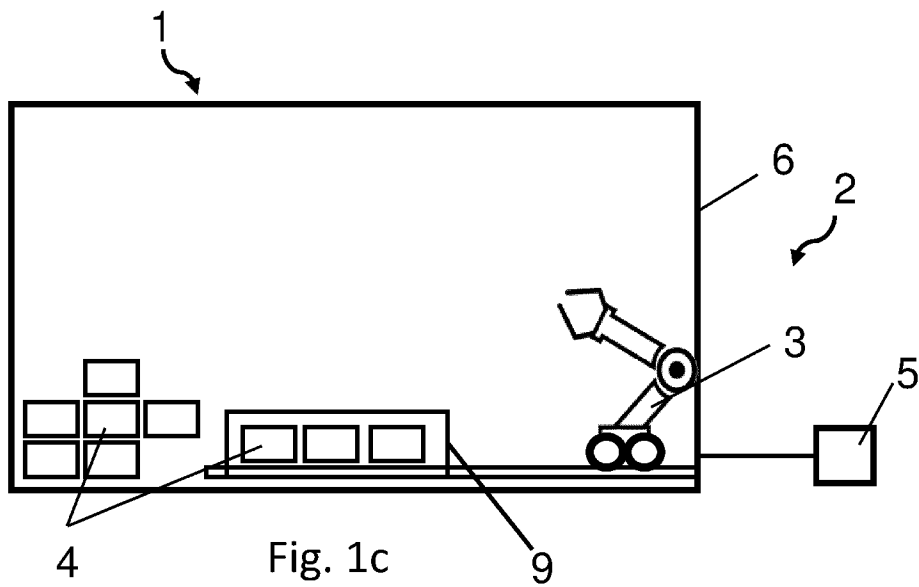
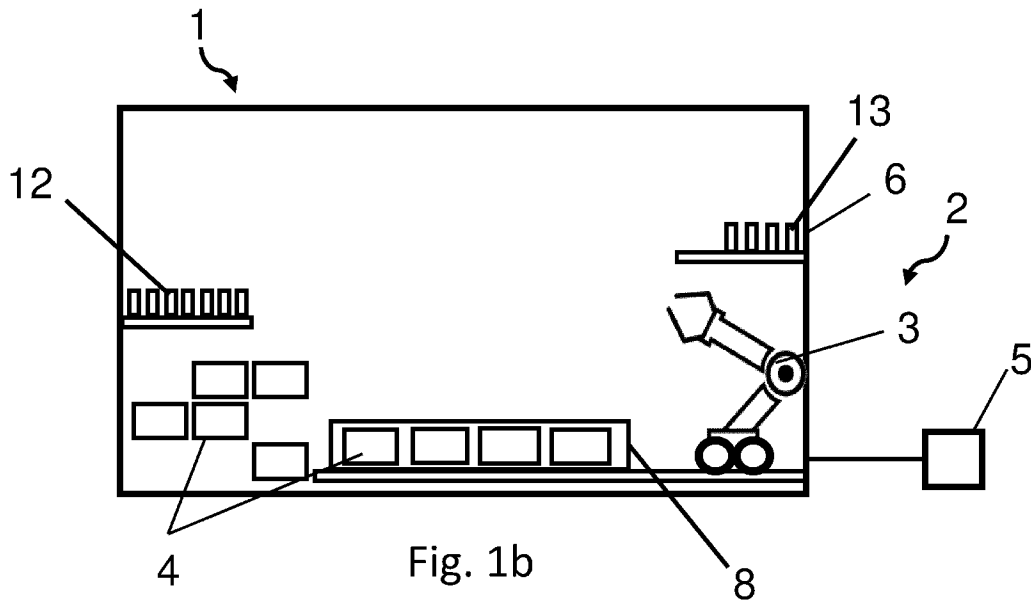
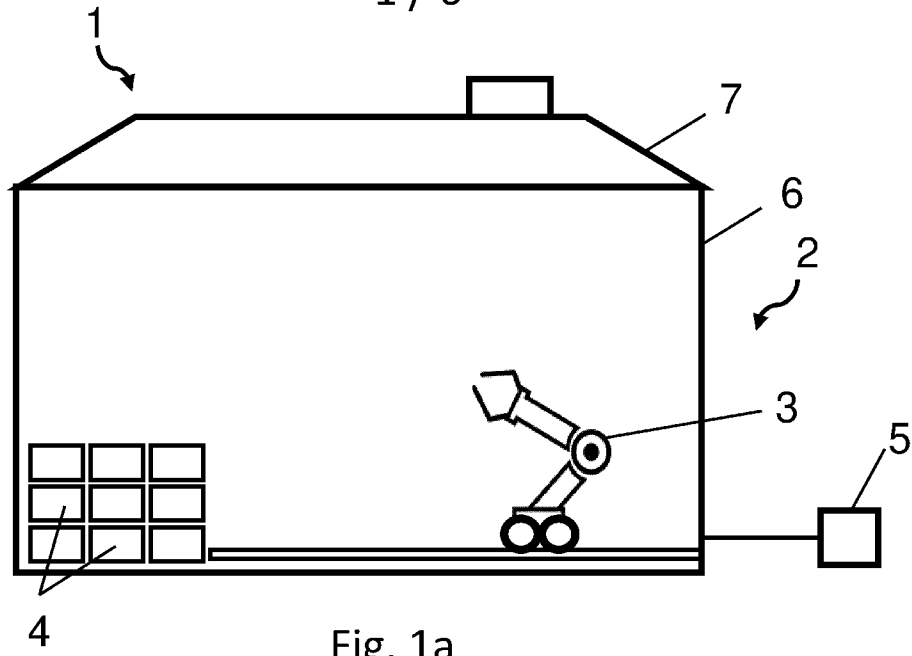
40

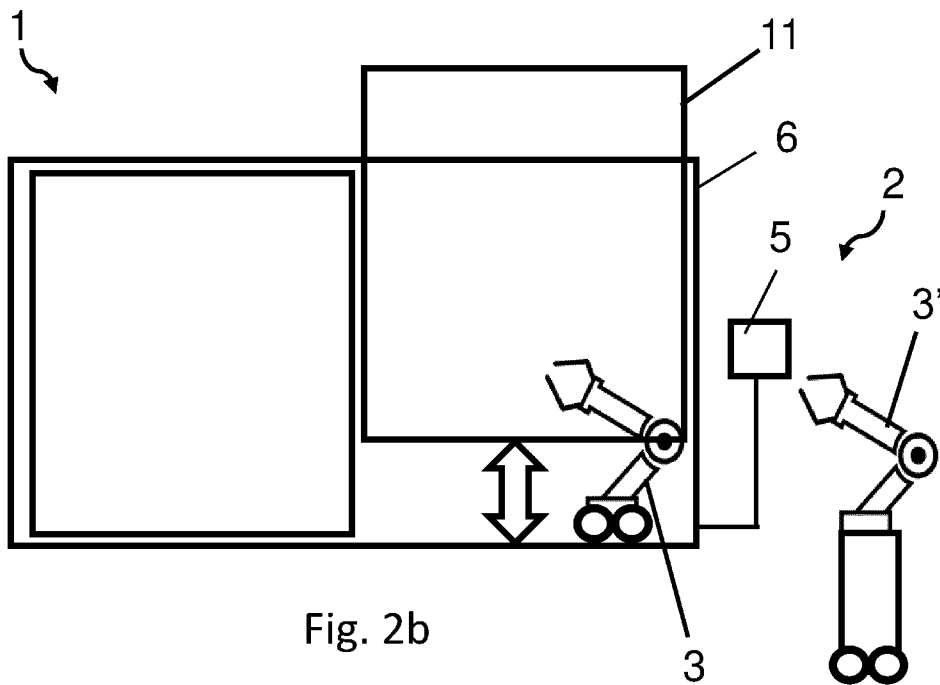
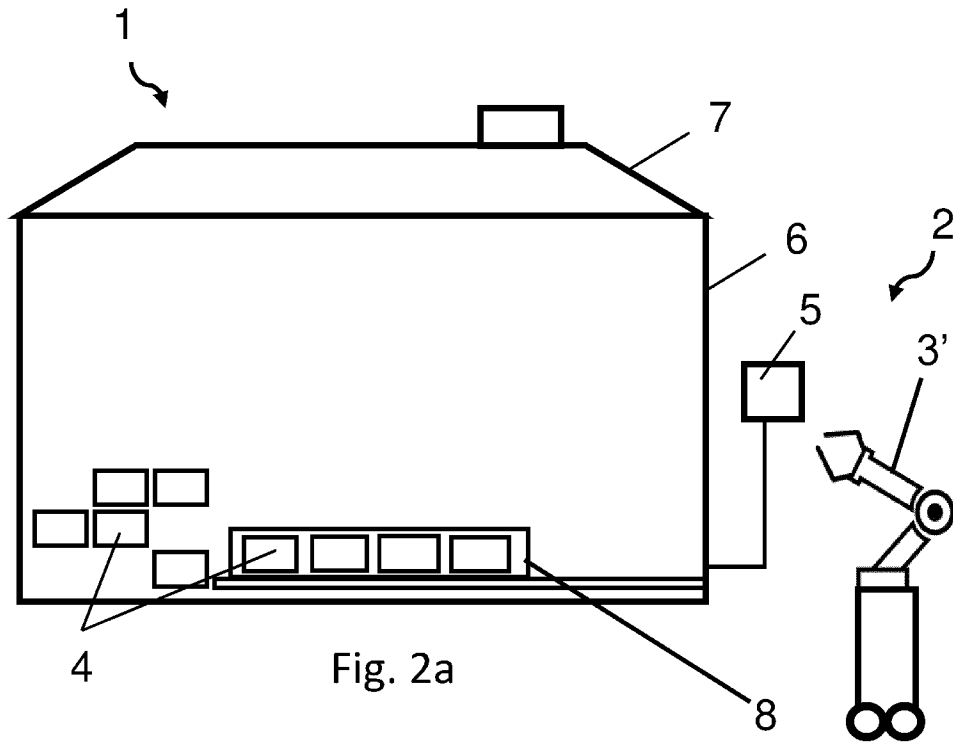
13. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Handhabungssystem (3) dazu eingerichtet ist, ein in einem Behälter befindliches Edukt (12), Zwischenprodukt und/oder Produkt (13) gezielt aus dem Behälter zu entnehmen.

14. Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zentrale Steuereinheit (5) dazu eingerichtet ist, den Laborprozess zu planen und dementsprechend aus einer Vielzahl von Laboreinrichtungen (4, 4a-4g) die für den Laborprozess notwendigen Laboreinrichtungen auszuwählen,
5 wobei die zentrale Steuereinheit (5) ferner dazu eingerichtet ist, das Handhabungssystem (3) zu steuern, die ausgewählten Laboreinrichtungen (4, 4a-4g) für den Laborprozess zusammenzustellen und den Laborprozess durchzuführen.
- 10 15. Laborsystem (1), aufweisend:
- wenigstens zwei Laboreinrichtungen (4, 4a-4g); und
- eine Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die wenigstens zwei Laboreinrichtungen (4, 4a-4g) durch einen Laborprozess miteinander verbunden sind, und
15 wobei die Laborprozessunterstützungsvorrichtung (2) dazu eingerichtet ist, die wenigstens zwei Laboreinrichtungen (4, 4a-4g) gemäß dem Laborprozess zu bedienen und/oder das Edukt (12), das Zwischenprodukt, das Produkt (13) und/oder den Reaktor für einen chemischen Prozess des Laborprozesses handzuhaben, um den Laborprozess durchzuführen.
- 20 16. Laborsystem (1) gemäß Anspruch 15,
wobei die Laboreinrichtung (4, 4a-4g) aus der Gruppe ausgewählt ist, bestehend aus einer Dosiereinheit, einer Laborwaage, einer Rührvorrichtung, einer Heizvorrichtung, einer Kühlvorrichtung, einem Temperaturmesssensor, einem Drucksensor, einem Füllstandmesssensor, einer Absaugvorrichtung, einem Filtrationsgefäß, einem Reaktionsgefäß,
25 einer Separationseinheit, einer Analytikeinheit, einem Barcode-Scanner, einer Etikettiermaschine, einer Probeentnahmeeinheit, einem Fluidverteiler und Vorratsbehältern für Edukte, Reaktanten und Zwischenprodukte.
- 30 17. Laborsystem (1) gemäß einem der Ansprüche 15 oder 16,
wobei die Laboreinrichtungen (4, 4a-4g) jeweils mit der zentralen Steuereinheit (5) in Verbindung stehen, sodass Daten zwischen den Laboreinrichtungen (4, 4a-4g) und der zentralen Steuereinheit (5) ausgetauscht werden,
wobei die zentrale Steuereinheit (5) an eine zentrale Datenbank (15), beispielsweise einen Cloud-Server, angebunden ist.
35
18. Verfahren zur Durchführung eines Laborprozesses mit Hilfe einer Laborprozessunterstützungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, die folgenden Schritte aufweisend:
- Empfangen (S1) eines Auftrags zur Durchführung eines Laborprozesses durch eine
40 zentrale Steuereinheit;
- Planen (S2) des Laborprozesses durch die zentrale Steuereinheit;
- Auswählen (S3) der dafür benötigten Laboreinrichtungen;
- Anordnen (S4) der benötigten Laboreinrichtungen entsprechend des Laborprozesses;

- Durchführen (S5) des Laborprozesses mit Hilfe eines Handhabungssystems;
- Erheben und Speichern (S6) der bei der Durchführung des Laborprozesses erzeugten Daten in einer Datenbank der zentralen Steuereinheit.

- 5 19. Verfahren zur Durchführung eines Laborprozesses gemäß Anspruch 18;
wobei Planen (S2) des Laborprozesses umfasst:
Identifizieren der zur Herstellung des Produktes oder Zwischenproduktes notwendigen Verfahrensschritte auf der Grundlage eines von einem Benutzer eingetragenen Rezeptes für ein Produkt oder Zwischenprodukt,
- 10 Auswählen und in eine Handlungsreihenfolge Bringen entsprechender Verfahrensmodule für einen Laborprozess derart, dass das Handhabungssystem (3) in der Lage ist das Produkt oder Zwischenprodukt eigenständig herzustellen.
20. Programmelement, welches, wenn es auf einer zentralen Steuereinheit einer
15 Laborprozessunterstützungsvorrichtung ausgeführt wird, die Laborprozessunterstützungsvorrichtung anleitet, die Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 18 und 19 durchzuführen.
- 20 21. Computerlesbares Medium, auf welchem das Programmelement gemäß Anspruch 20 gespeichert ist.





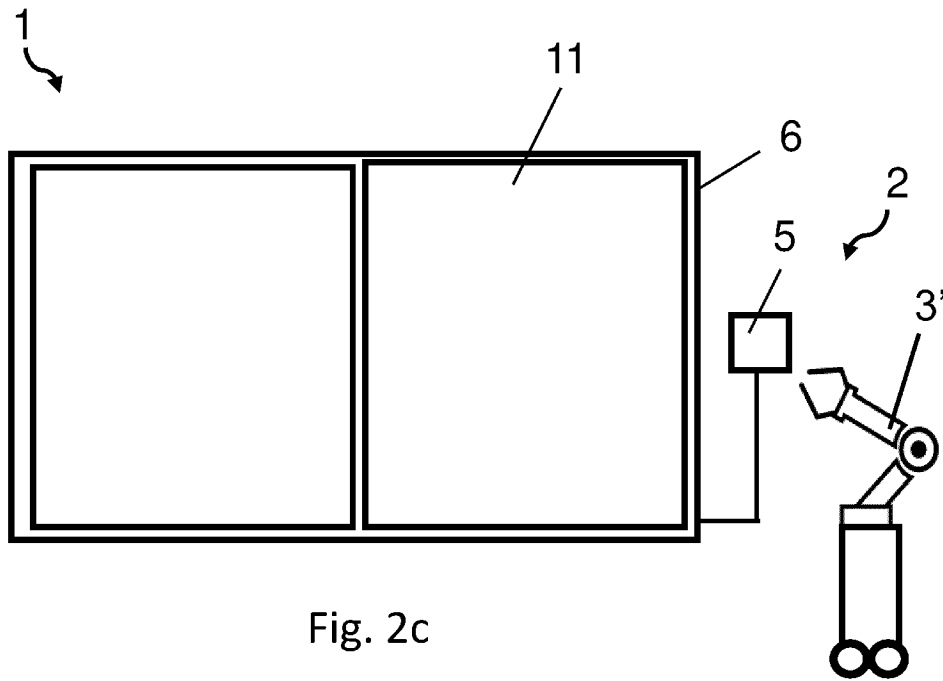


Fig. 2c

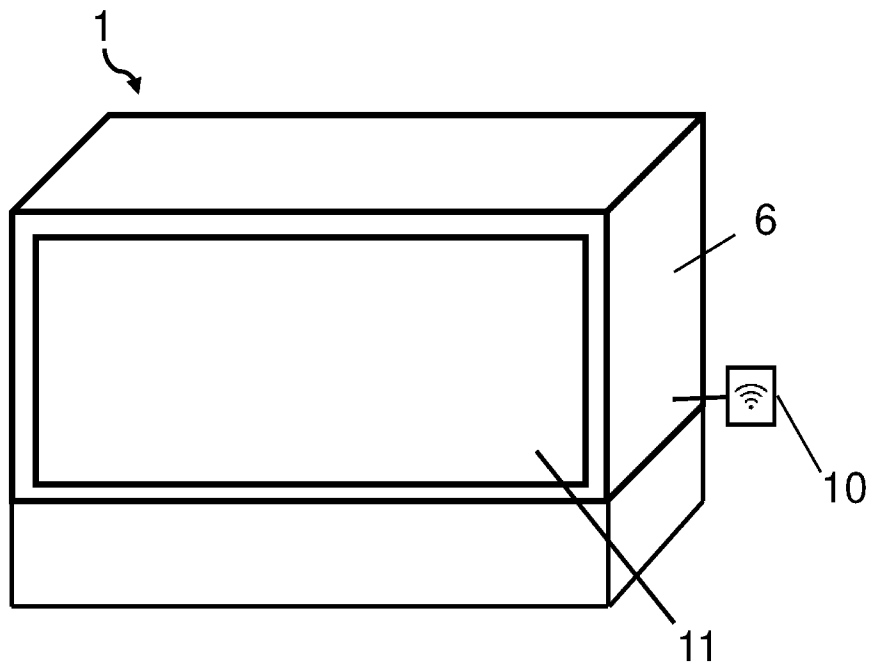


Fig. 3

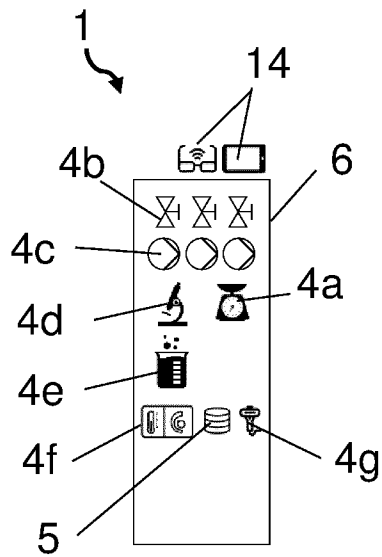


Fig. 4a

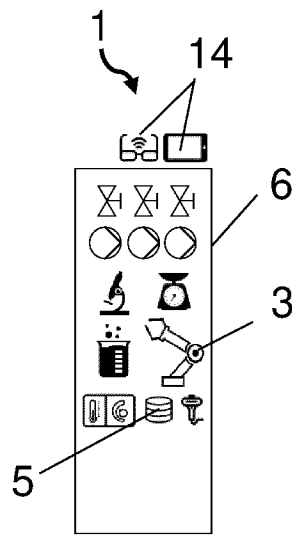


Fig. 4b

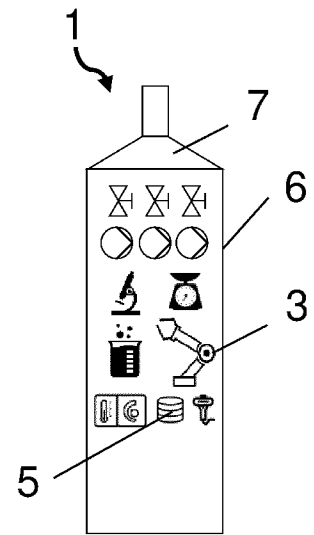


Fig. 4c

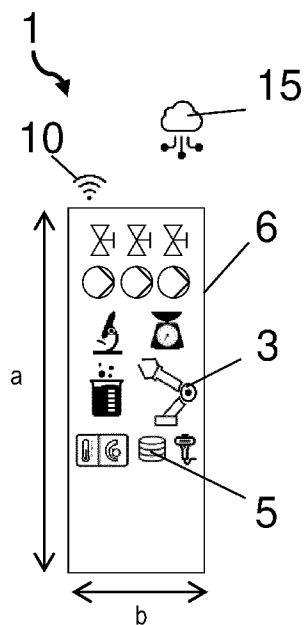


Fig. 4d

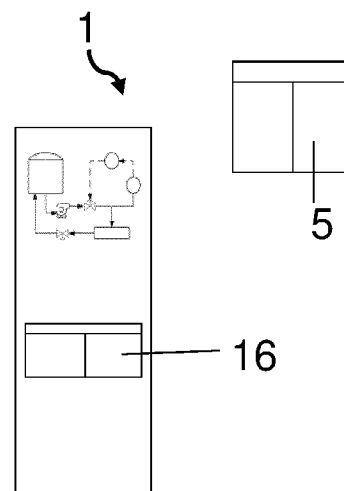


Fig. 4e

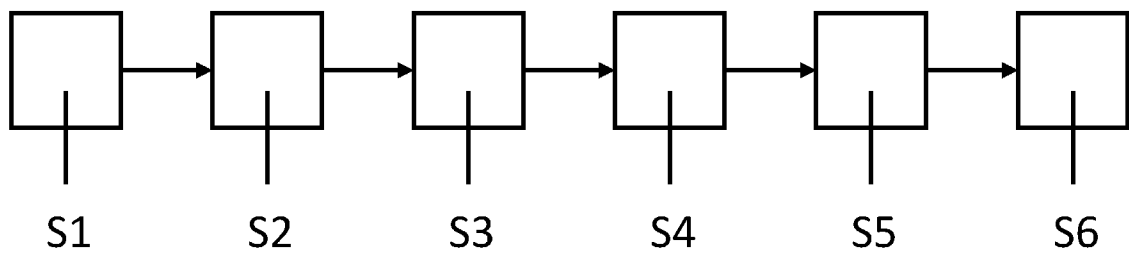


Fig. 5

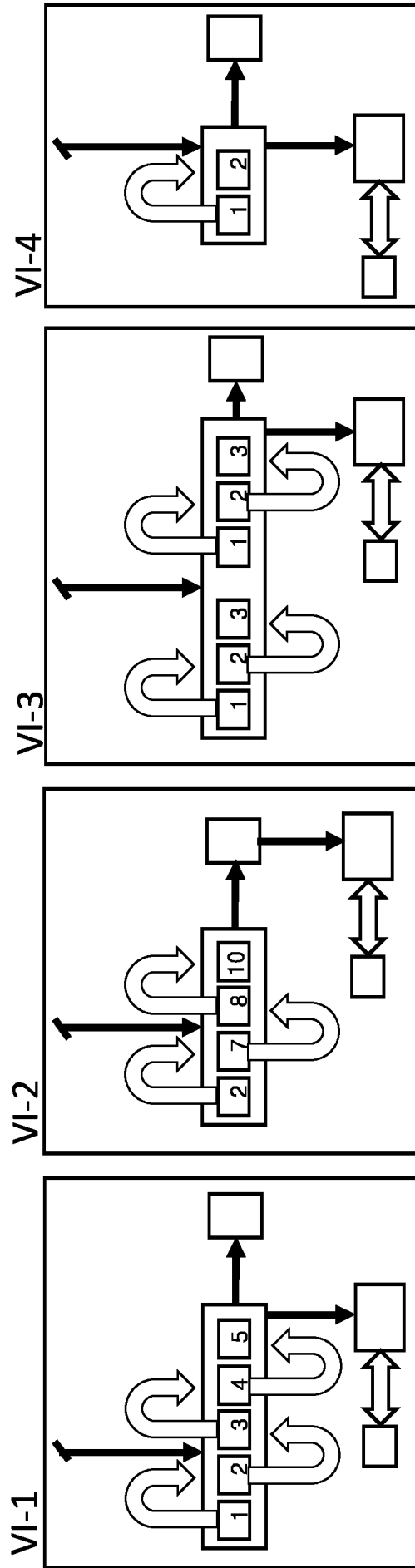
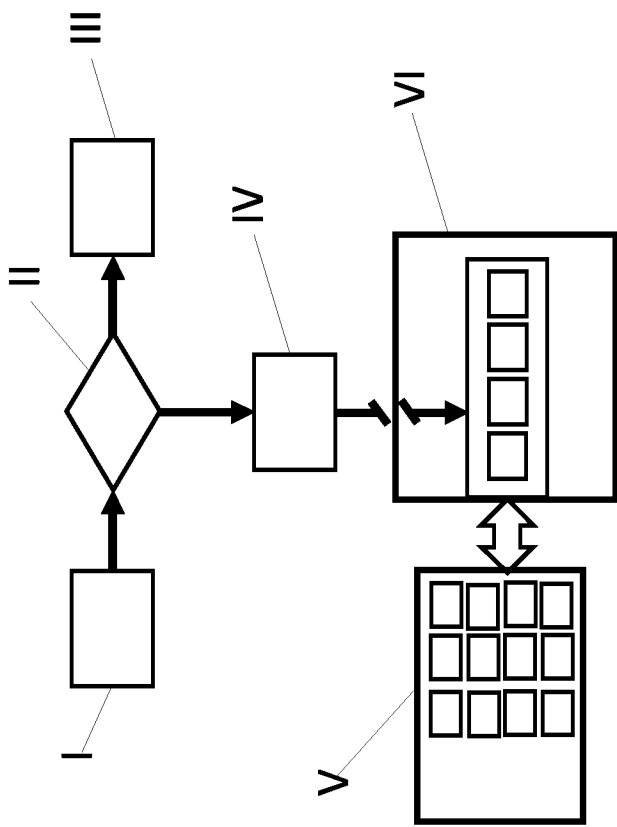


Fig. 6

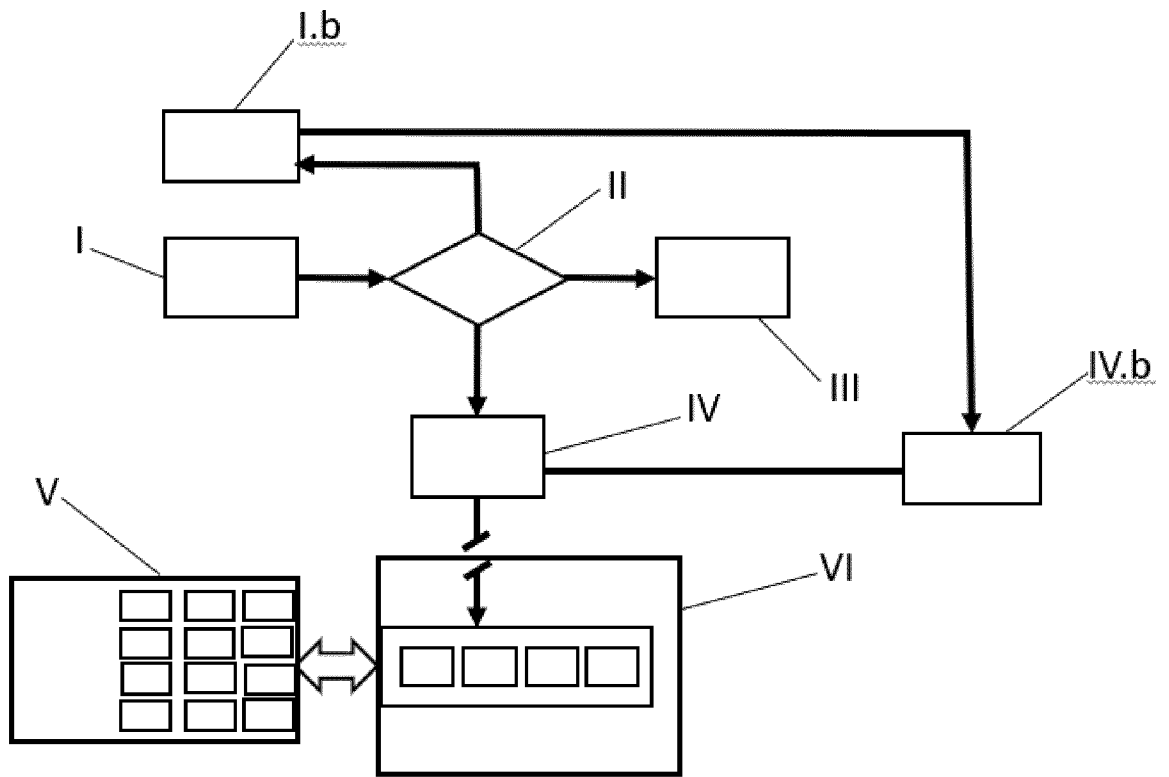


Fig. 7

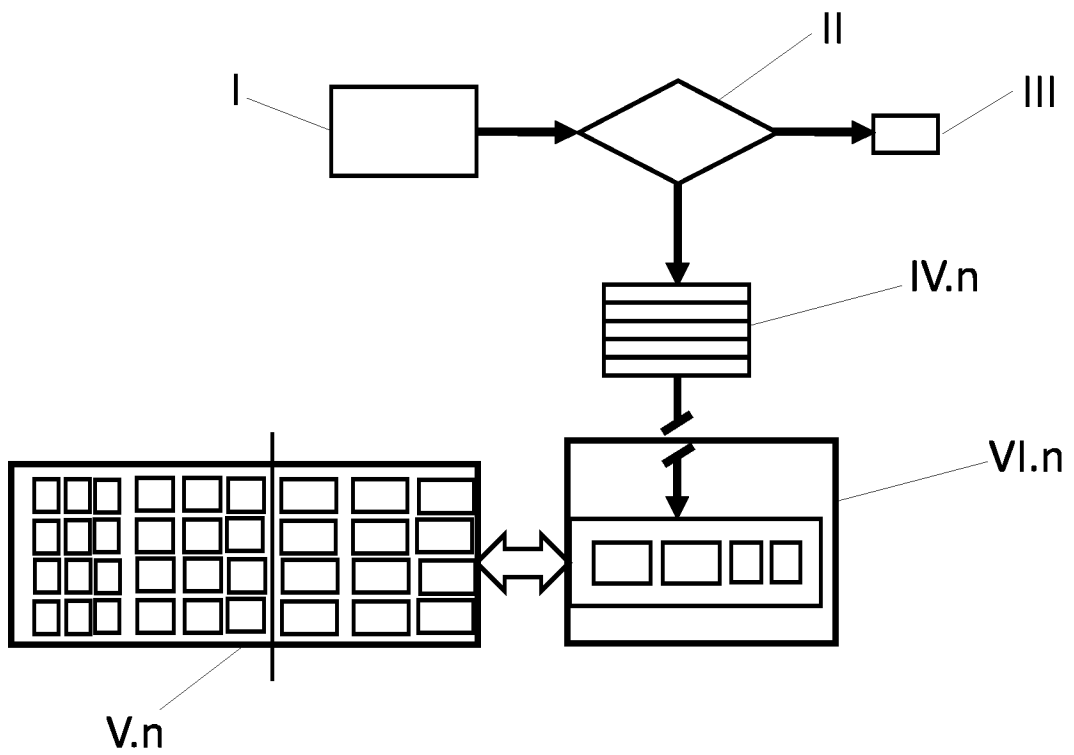


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/055251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B01J 19/00</i> (2006.01)i; <i>G01N 35/00</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B01J; G01N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2019006391 A1 (STANFORD RES INST INT [US]) 03 January 2019 (2019-01-03) page 14, line 29 - page 17, line 30	1-3,5,7,8,11-21 4,6,9
X Y	GENTSCH J. "FLEXIBLE LABORATORY AUTOMATION TO MEET THE CHALLENGE OF THE '90S" <i>LABORATORY AUTOMATION & INFORMATION MANAGEMENT, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL,</i> Vol. 21, No. 2/03, 01 December 1993 (1993-12-01), pages 229-233 ISSN: 1381-141X, XP000413296 the whole document	1-3,5,7,8,11-21 4,6,9
X Y	EP 1546735 B1 (HTE AG THE HIGH THROUGHPUT EXP [DE]) 02 November 2006 (2006-11-02) cited in the application paragraphs [0030], [0045], [0049]; claim 1	1-3,5,7,8,11-21 4,6,9
X Y	DE 10122913 A1 (LIEBEL URBAN [DE]) 06 February 2003 (2003-02-06) paragraphs [0029] - [0036]; figures 1,2	1-3,5,7,8,10-15,17-21 4,6,9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 22 April 2020		Date of mailing of the international search report 12 May 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Böhler, Robert Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/055251

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2019006391	A1	03 January 2019	AU	2018291024	A1	20 February 2020
				EP	3645166	A1	06 May 2020
				WO	2019006391	A1	03 January 2019
EP	1546735	B1	02 November 2006	AU	2003271679	A1	23 April 2004
				DE	10246211	A1	15 April 2004
				DE	60309492	T2	30 August 2007
				EP	1546735	A2	29 June 2005
				US	2007029342	A1	08 February 2007
				WO	2004030819	A2	15 April 2004
DE	10122913	A1	06 February 2003	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B01J19/00 G01N35/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B01J G01N		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2019/006391 A1 (STANFORD RES INST INT [US]) 3. Januar 2019 (2019-01-03)	1-3,5,7, 8,11-21
Y	Seite 14, Zeile 29 - Seite 17, Zeile 30 -----	4,6,9
X	GENTSCH J: "FLEXIBLE LABORATORY AUTOMATION TO MEET THE CHALLENGE OF THE '90S", LABORATORY AUTOMATION & INFORMATION MANAGEMENT, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL, Bd. 21, Nr. 2/03, 1. Dezember 1993 (1993-12-01), Seiten 229-233, XP000413296, ISSN: 1381-141X	1-3,5,7, 8,11-21
Y	das ganze Dokument ----- -/--	4,6,9
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
22. April 2020		12/05/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Böhler, Robert

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 546 735 B1 (HTE AG THE HIGH THROUGHPUT EXP [DE]) 2. November 2006 (2006-11-02) in der Anmeldung erwähnt	1-3,5,7, 8,11-21
Y	Absätze [0030], [0045], [0049]; Anspruch 1	4,6,9
X	----- DE 101 22 913 A1 (LIEBEL URBAN [DE]) 6. Februar 2003 (2003-02-06)	1-3,5,7, 8,10-15, 17-21
Y	Absätze [0029] - [0036]; Abbildungen 1,2 -----	4,6,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/055251

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2019006391 A1	03-01-2019	AU 2018291024 A1 EP 3645166 A1 WO 2019006391 A1	20-02-2020 06-05-2020 03-01-2019

EP 1546735 B1	02-11-2006	AU 2003271679 A1 DE 10246211 A1 DE 60309492 T2 EP 1546735 A2 US 2007029342 A1 WO 2004030819 A2	23-04-2004 15-04-2004 30-08-2007 29-06-2005 08-02-2007 15-04-2004

DE 10122913 A1	06-02-2003	KEINE	
